

ROGÉRIO PERIN

**CARACTERÍSTICAS DA PASTAGEM E DESEMPENHO ANIMAL
EM UMA CONSORCIAÇÃO DE *Panicum maximum* Jacq CV.
TANZÂNIA E *Arachis pintoï* SUBMETIDA A DIFERENTES
ALTURAS DE MANEJO**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Anibal de Moraes

CURITIBA
2003




UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E FITOSSANITARISMO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
PRODUÇÃO VEGETAL

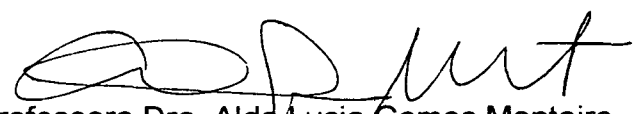
P A R E C E R

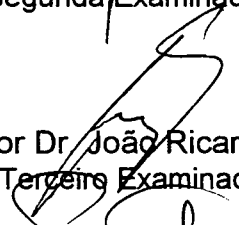
Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, reuniram-se para realizar a arguição da Tese de DOUTORADO, apresentada pelo candidato **ROGERIO PERIN**, sob o título **"CARACTERÍSTICAS DA PASTAGEM E DESEMPENHO ANIMAL EM UMA CONSORCIAÇÃO DE *Panicum maximum* Jacq CV. TANZANIA E *Arachis pintoi* SUBMETIDA A DIFERENTES ALTURAS DE MANEJO"**, para obtenção do grau de Doutor em Ciências do Curso de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

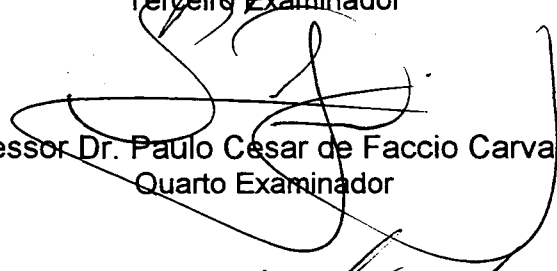
Após haver analisado o referido trabalho e argüido o candidato são de parecer pela **"APROVAÇÃO"** da Tese.


Curitiba, 02 de Abril de 2003.


Professor Dr. Mark Sulk
Primeiro Examinador


Professora Dra. Alda Lucia Gomes Monteiro
Segunda Examinadora


Professor Dr. João Ricardo Dittrich
Terceiro Examinador


Professor Dr. Paulo Cesar de Faccio Carvalho
Quarto Examinador


Professor Dr. Anibal de Moraes
Presidente da Banca e Orientador

*À minha esposa Elenara,
Ao meu filho Lucas,
Ao meu pai Olmar e
À minha mãe Laurecy*

Dedico

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Aníbal de Moraes pela orientação, incentivo, amizade e ensinamentos.

Aos Professores e amigos Adelino Pelissari e Paulo César de Faccio Carvalho pela co-orientação do trabalho, amizade e ensinamentos.

Aos Srs. Eugênio Fracasso e família e Juliano Fracasso e família pelo inestimável apoio concedido para a realização deste trabalho.

Ao Dr. Edílson Batista de Oliveira pelo auxílio nas análises estatísticas e na correção do trabalho.

Aos professores do Curso de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal do Paraná pelos ensinamentos ministrados e amizade.

Ao Dr. Sérgio Alves pelo apoio recebido na discussão e condução do trabalho.

Ao Prof. Dr. Ulysses Cecato pelo apoio e conhecimento transmitido.

Aos colegas de curso pela amizade, apoio e companheirismo.

Aos alunos da UEM, em especial ao Guido, Fabiana, Karin e Fernando, pela incansável ajuda no trabalho de campo.

À Universidade Federal do Paraná pela oportunidade concedida.

À Embrapa pela oportunidade concedida e pelo financiamento do curso.

À Monsanto do Brasil Ltda pelo financiamento de parte expressiva da pesquisa de campo.

À minha esposa e ao meu filho pelo amor, compreensão, apoio e incentivo que tornaram a conclusão deste trabalho possível.

Aos meus pais pela formação e amor que forjaram meu caráter.

A todos aqueles que contribuíram de maneira direta ou indireta para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA DO AUTOR

ROGÉRIO PERIN, filho de Olmar Vitório Perin e de Laurecy Pereira Perin, nasceu em Erechim, Rio Grande do Sul, em 5 de dezembro de 1962. É casado com Elenara Dias Perin e pai de Lucas Dias Perin.

Formou-se em Zootecnia pela Universidade Federal de Santa Maria em 1983 e trabalhou na Secretaria de Agricultura de Roraima e na Embrapa – UEPAE Boa Vista de 1984 até 1987, quando iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Concluiu o curso de mestrado em 1990 e retomou as atividades de pesquisa na Embrapa Amazônia Ocidental até o início de 1999, quando ingressou no Curso de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal do Paraná.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1 A PESQUISA E OS SISTEMAS DE PRODUÇÃO ANIMAL A PASTO.....	4
2.2 A INTENSIDADE DE PASTEJO E A PRODUÇÃO DAS PASTAGENS.....	6
2.2.1 Processos básicos da produção das pastagens.....	6
2.2.2 Implicações do pastejo sobre a produção de forragem.....	8
2.2.3 Aspectos fisiológicos e morfológicos relacionados à desfolha.....	10
2.2.4 Considerações sobre o manejo da desfolha.....	16
2.3 A INTENSIDADE DE PASTEJO E A PRODUÇÃO ANIMAL.....	22
2.3.1 Considerações sobre a altura da pastagem.....	25
2.3.2 Considerações sobre outros aspectos da estrutura da pastagem.....	31
2.4 <i>Arachis pinto</i> Krap. & Greg. cv. Amarillo.....	35
2.5 <i>Panicum maximum</i> Jacq, cv. Tanzânia-1.....	38
2.6 CONSIDERAÇÕES SOBRE PASTAGENS CONSORCIADAS.....	42
3 METODOLOGIA.....	48
3.1 LOCAL.....	48
3.2 CARACTERIZAÇÃO EDAFO-CLIMÁTICA.....	48
3.3 HISTÓRICO DA ÁREA E TRATAMENTOS PRÉ-EXPERIMENTAIS.....	49
3.4 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	50
3.5 ANIMAIS EXPERIMENTAIS E MANEJO DA PASTAGEM.....	50
3.6 DETERMINAÇÕES E DETALHES METODOLÓGICOS.....	51
3.6.1 Estimativa da altura da pastagem.....	51
3.6.2 Estimativa da massa de forragem disponível e composição botânica.....	52
3.6.3 Estimativa da taxa de acúmulo diária, da produção total de matéria seca.....	53
3.6.4 Estimativa da composição estratificada da forragem: lâmina, colmo e material morto.....	53
3.6.5 Oferta de matéria seca total, oferta de lâminas e consumo aparente.....	54
3.6.6 Ganho médio diário, carga animal, lotação e ganho de peso vivo por hectare.....	55
3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	56

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	57
4.1 ALTURA DA PASTAGEM.....	57
4.2 COMPOSIÇÃO BOTÂNICA E PERCENTAGEM DE SOLO DESCOBERTO.....	58
4.3 MASSA DE FORRAGEM INSTANTÂNEA.....	61
4.4 PERCENTAGEM DE LÂMINAS, COLMOS E MATERIAL MORTO, SUA DISTRIBUIÇÃO VERTICAL NO PERFIL DA PASTAGEM E RELAÇÃO LÂMINA:COLMO.....	62
4.5 MASSA DE LÂMINAS.....	67
4.6 TAXA DE ACÚMULO E PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA.....	68
4.7 LOTAÇÃO E CARGA ANIMAL.....	70
4.8 OFERTA DE MATÉRIA SECA TOTAL, OFERTA DE LÂMINAS E CONSUMO APARENTE.....	72
4.9 GANHO DE PESO VIVO MÉDIO DIÁRIO.....	75
4.10 GANHO DE PESO VIVO POR HECTARE.....	79
5. CONCLUSÕES.....	81
6 REFERÊNCIAS.....	82
7 ANEXOS.....	97

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 -	Composição química média do solo da área experimental (outubro de 2000).....	49
TABELA 2 -	Altura pretendida nos tratamentos e altura média real obtida (cm).....	57
TABELA 3 -	Percentagens de Tanzânia, arachis, paspalum, outras gramíneas e folhas largas sobre a matéria seca disponível de uma pastagem consorciada de Tanzânia com arachis, submetida a quatro alturas de manejo.....	60

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 -	Balanço Hídrico Mensal segundo o método de Thornthwaite-Mather (1955) no período de julho de 2000 a junho de 2001. Dados da Estação do IAPAR do município de Paranavaí.....	49
FIGURA 2 -	Altura média mensal de uma pastagem de Tanzânia consorciada com arachis, submetida a quatro alturas de manejo.....	58
FIGURA 3 -	Frequência de ocorrência dos componentes Tanzânia (–), arachis (Δ), <i>P. notatum</i> (\bullet), outras gramíneas (\times), folhas largas (\blacksquare) e de solo descoberto (\square) em uma pastagem consorciada de Tanzânia com arachis, submetida a quatro alturas de manejo.....	59
FIGURA 4 -	Massa média de forragem ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) de uma pastagem consorciada de Tanzânia com arachis, submetida a quatro alturas de manejo.....	62
FIGURA 5 -	Percentagem de lâminas, colmos e material morto de uma pastagem consorciada de Tanzânia com arachis, submetida a quatro alturas de manejo.....	63
FIGURA 6 -	Relação Lâmina:Colmo da forragem de uma pastagem consorciada de Tanzânia com arachis, submetida a quatro alturas de manejo.....	64
FIGURA 7 -	Massa seca presente ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) de lâminas, colmo e material morto nos diferentes estratos de uma pastagem consorciada de Tanzânia com arachis, submetida a quatro alturas de manejo.....	66
FIGURA 8 -	Massa de lâminas ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) de uma pastagem consorciada de Tanzânia com arachis, submetida a quatro alturas de manejo.....	67
FIGURA 9 -	Taxa de acúmulo de matéria seca ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$) de uma pastagem consorciada de Tanzânia com arachis, submetida a quatro alturas de manejo.....	69
FIGURA 10 -	Forragem total produzida ($\text{kg de MS} \cdot \text{ha}^{-1}$) por uma pastagem consorciada de Tanzânia com arachis, submetida a quatro alturas de manejo.....	70
FIGURA 11 -	Lotação (animais-dia. ha^{-1}) obtida em uma pastagem consorciada de Tanzânia com arachis, submetida a quatro alturas de manejo.....	71

FIGURA 12 -	Carga animal (kg de PV.ha ⁻¹) obtida em uma pastagem consorciada de Tanzânia com arachis, submetida a quatro alturas de manejo.....	71
FIGURA 13 -	Oferta de forragem (kg de MS.100 kg PV ⁻¹) em uma pastagem consorciada de Tanzânia com arachis, submetida a quatro alturas de manejo.....	73
FIGURA 14 -	Oferta de lâminas (kg de MS.100 kg PV ⁻¹) em uma pastagem consorciada de Tanzânia com arachis, submetida a quatro alturas de manejo.....	74
FIGURA 15 -	Ganho de peso médio diário obtido em uma pastagem consorciada de Tanzânia com arachis, submetida a quatro alturas de manejo.....	76
FIGURA 16 -	Relação entre o ganho de peso vivo médio diário dos animais, a massa de forragem, a oferta total de forragem, a massa de lâminas e a massa de lâminas dos estratos superiores a 20 cm em uma pastagem consorciada de Tanzânia com arachis, submetida a quatro alturas de manejo.....	77
FIGURA 17 -	Ganho de peso por hectare obtido em uma pastagem consorciada de Tanzânia com arachis, submetida a quatro alturas de manejo.....	80

RESUMO

No período de novembro de 2000 a março de 2001, uma pastagem de Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia-1) consorciada com arachis (*Arachis pinto* Krap. & Greg. cv. Amarillo), estabelecida em um sistema de integração lavoura-pecuária, foi avaliada sob pastejo contínuo na Região do Arenito Caiuá, noroeste do Paraná, visando aprofundar os conhecimentos referentes à relação planta-animal e assim obter subsídios para auxiliar na recomendação de um sistema de produção com potencial para melhorar a produção animal na região. Como objetivos específicos, procurou-se determinar a eficácia da altura da pastagem como ferramenta de manejo e sua influência sobre as características da pastagem e a produtividade animal. O experimento foi conduzido em um delineamento de blocos ao acaso com duas repetições e os tratamentos avaliados consistiram de quatro alturas de pastejo (20, 40, 60 e 80 cm) mantidas por meio do ajuste da carga animal. Observou-se que a altura do dossel da pastagem mostrou-se uma importante ferramenta de manejo, com reflexos sobre a composição botânica, a produção de forragem e a produtividade animal. A utilização de menores alturas de manejo permitiu maior frequência de ocorrência do arachis, chegando a 100% no tratamento de 20 cm, entretanto não resultou em uma expressiva participação deste componente na produção de forragem da pastagem consorciada e permitiu o aumento da frequência de ocorrência de espécies espontâneas e de área de solo descoberto. As alturas de manejo apresentaram uma relação linear positiva com a massa de forragem disponível, oferta total de matéria seca, carga animal, ganho médio diário e ganho de peso vivo por hectare e implicaram também em maior taxa de acúmulo de forragem, disponibilidade de lâminas e matéria seca produzida. As maiores produções animais foram obtidas no tratamento de 80 cm e corresponderam a um ganho médio diário de $1.079 \text{ g.an}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ e um ganho por área de 684 kg.ha^{-1} . Estes níveis de produção permitem indicar a pastagem de Tanzânia estabelecida em um sistema de integração lavoura-pecuária, bem como o manejo da pastagem sob pastejo contínuo com controle da altura de pastejo, como uma alternativa de grande potencial para elevar a produtividade das pastagens degradadas da Região do Arenito Caiuá.

Palavras-chave: Arenito Caiuá, integração lavoura-pecuária, altura de pastejo, composição botânica, produção animal

ABSTRACT

A mixed pasture of Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia-1) and arachis (*Arachis pinto* Krap. & Greg. cv. Amarillo) established in a row crop-cattle integration system was evaluated under continuous grazing in the Region of the Arenito Caiuá in northwest Paraná State, from November of 2000 until March of 2001. The goal was to expand the knowledge of the plant-animal relationship to assist in developing a production system with potential to improve animal production in the region. The specific objectives were to evaluate the effectiveness of pasture height as a management tool and determine its influence on pasture characteristics and animal productivity. A randomized complete block design with two replications was used. Treatments were four pasture heights (20, 40, 60 and 80 cm) maintained by adjustment of the stocking rate. The results demonstrated that pasture height is an important tool for managing pastures, as it affected botanical composition, forage dry matter (DM) yield and animal productivity. Shorter pasture heights allowed a greater frequency of arachis, which reached 100% in the 20-cm height treatment; however, arachis did not make a significant contribution to pasture forage yield and the 20-cm height allowed an increase in the frequency of spontaneous species and in the proportion of exposed soil area. There was a positive linear relationship between pasture height and total forage DM mass, forage DM allowance, number of animals per hectare, average daily live weight gain per animal (ADG) and live weight gain per hectare. Dry matter accumulation rate, leaf blade allowance and total pasture DM production increased with increasing pasture height. The best animal production was attained with the 80-cm height, corresponding to an ADG of 1079 g.an⁻¹.day⁻¹ and a live weight gain per hectare of 684 kg.ha⁻¹. Based on these production levels we conclude that Tanzânia pasture, established through a row crop-cattle integration system and managed with continuous stocking and pasture height control, offers great potential as an alternative to increase the productivity of the degraded pastures of the Arenito Caiuá Region.

Key words: Arenito Caiuá, row crop-cattle integration system, pasture height, botanical composition, animal production

1 INTRODUÇÃO

A região do Arenito Caiuá compreende uma área de 3.510.800 ha, abrangendo 91 municípios da região Noroeste e parte do Norte e Oeste do Estado do Paraná. Aproximadamente 59% desta área está sendo utilizada para a criação de bovinos, com um rebanho estimado em 3.502.116 cabeças, ou 43 % do rebanho total do Estado (SEAB-DETERAL, 1997).

A região, que no passado era coberta por uma densa floresta tropical, foi colonizada na década de cinquenta e, desde então, houve uma progressiva mudança do uso do solo. Atualmente a região é caracterizada por uma pecuária extensiva e extrativista que ao longo de três a quatro décadas de exploração levou a um processo de degradação da riqueza mineral originalmente presente nesse solo (Moraes *et al.*, 2002).

Os solos da região, originários do Arenito Caiuá, apresentam textura média à arenosa, com alta susceptibilidade à erosão, possuem níveis críticos de fósforo, potássio, cálcio, magnésio e, não raramente, baixos níveis de matéria orgânica (Oliveira *et al.*, 2000). Estas condições, aliadas ao manejo inadequado dos solos e das pastagens, têm trazido problemas de diminuição da fertilidade dos solos, com reflexos negativos na produção de produtos animais e na economia da região. A degradação das pastagens está quase invariavelmente ligada à degradação dos solos que, por sua vez, está relacionada com lotações excessivas, associadas à não reposição dos nutrientes extraídos pela exploração continua destes solos (Vieira e Kichel, 1995).

O esgotamento da fertilidade natural do solo tem conduzido os pecuaristas a uma cíclica substituição das espécies forrageiras, sempre no sentido de buscar aquelas menos exigentes em nutrientes e, freqüentemente, de menor valor nutritivo. Nestas condições, o

capim-colonião (*Panicum maximum*) cedeu lugar às braquiárias no estado do Paraná nas duas últimas décadas (Soares Filho *et al.*, 1996).

Neste contexto é destacada a importância do desenvolvimento de sistemas de recuperação de pastagens que permitam a obtenção simultânea da conservação do solo e do aumento na produtividade e surge como alternativa o uso da rotação de cultivos em plantio direto e a integração lavoura-pecuária, que podem viabilizar um sistema sustentável de exploração agropecuária na região na medida em que favorecem o aumento da produtividade das pastagens em razão dos efeitos benéficos nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo.

Um paradigma fortemente estabelecido no passado era de que a produção animal em pastejo era menos rentável que a agricultura e que a adubação de pastagens era pouco viável economicamente. Entretanto, trabalhos recentes têm demonstrado que a adubação de pastagens é viável e que a produção animal em pastejo pode resultar em alto retorno financeiro, podendo ser, inclusive, superior ao observado em áreas exclusivamente agrícolas. Um desdobramento já observado em relação a esta modificação conceitual é uma maior utilização de fertilizantes em pastagens, inclusive em áreas de limitada aptidão agrícola (Moraes *et al.*, 2002).

Entretanto, apesar de todas as possíveis vantagens do sistema de integração lavoura-pecuária, o sucesso da exploração pecuária baseada em sistemas de pastejo passa necessariamente pela adequada escolha de espécies/cultivares adaptadas ao ambiente que se quer cultivar e coerentes com o nível de resposta pretendido. Entre as espécies promissoras para uso em sistemas de pastejo para a região, destacam-se o *Arachis pintoi* ou amendoim forrageiro e o Capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq cv. Tanzânia-1) (Alves, 1996; Souza *et al.*, 1996). Adicionalmente, o uso de leguminosas na pastagem traz benefícios econômicos e ambientais e possui forte potencial tanto para a recuperação de pastagens degradadas como para melhorar a sustentabilidade das pastagens e a produção animal. Entretanto, apesar da melhoria da produtividade das pastagens ser dependente de

germoplasma capaz de utilizar efetivamente os recursos do ambiente, os sistemas de manejo da pastagem também são extremamente relevantes na busca da conciliação entre a sustentabilidade dos sistemas e a maximização da produção de forragem e da eficiência da sua utilização, implicando na necessidade de um profundo conhecimento não somente da produção vegetal, mas dos processos mecânicos envolvidos na relação planta-animal e dos princípios de sustentabilidade.

A identificação e quantificação destes mecanismos, dentre os quais a intensidade de pastejo assume um papel preponderante (Haynes, 1980; Hodgson, 1990; Briske, 1996; Nabinger, 1997; Humphreys, 1997), são críticas para o entendimento do comportamento de sistemas complexos e a falta deste entendimento constitui-se em uma barreira para o desenvolvimento de sistemas de pastejo.

Neste contexto, este trabalho partiu da hipótese de que a altura de manejo e, portanto, a intensidade de pastejo, promove alterações na composição botânica da pastagem e afeta a produção de forragem e a produtividade animal. Assim, testando-se diferentes alturas de manejo da pastagem é possível determinar um manejo que permite obter uma contribuição adequada das espécies componentes de uma pastagem consorciada, bem como maiores produções tanto da pastagem quanto dos animais. Com base nesse pressuposto, uma pastagem consorciada de *Arachis pinto* e Capim-Tanzânia, estabelecida em um sistema de integração agropecuária, foi estudada sob quatro alturas de manejo, tendo o objetivo geral de aprofundar os conhecimentos referentes à relação planta-animal e obter subsídios que auxiliem na recomendação de um sistema de produção que possibilite uma maior produtividade animal para a região. Como objetivos específicos, procurou-se determinar a eficácia da altura da pastagem como ferramenta de manejo e sua influência sobre a composição botânica da pastagem, a produção da forragem e a produtividade animal.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A PESQUISA E OS SISTEMAS DE PRODUÇÃO ANIMAL A PASTO

A utilidade das pastagens não se restringe apenas à produção animal. É uma alternativa viável também para a recuperação de áreas degradadas e para a conservação ambiental pois, quando bem manejadas, mesmo em sistemas extensivos (Baumont *et al.*, 2000), proporcionam estabilidade para o ambiente e proteção do solo que é um recurso chave para a continuidade da vida terrestre (t'Mannetje e Jones, 2000).

Atualmente a demanda na ciência das pastagens é a busca do desenvolvimento de sistemas mais lucrativos de pastagens, mas mantendo o enfoque na agricultura sustentável e se preocupando com as pessoas envolvidas, suas percepções, objetivos, problemas e necessidades (Demment e Laca, 1993; Waters-Bayer e Bayer, 2000).

Ao analisar-se um estabelecimento dirigido para atividade agropecuária deve-se considerá-lo essencialmente como uma fábrica, na qual os produtos como carnes, leite, lã, grãos e outros, são produzidos a partir de matérias-primas que incluem a terra, água e adubos, com o objetivo de lucro, como meio de subsistência e também para satisfazer certos desejos do proprietário (Maraschin, 1994). Quando são considerados sistemas de produção integrados e mais complexos, os produtos provenientes dos animais são os mesmos da pecuária tradicional, como também seus objetivos, mas acrescidos dos benefícios adicionais que podem ser mantidos pelo sistema de cultivos integrados e cuja lógica está novamente relacionada primariamente à manutenção da qualidade do solo (Humphreys, 1997).

Deve-se pensar em estabelecer sistemas de suprimento de forragem nutritiva que sejam simples e de baixo custo para diferentes condições ambientais, buscando-se os elementos necessários para uma exploração eficiente e lucrativa das distintas atividades pecuárias (Maraschin, 1994). Dentro desta ótica, apesar da grande variação existente entre os sistemas de produção, em todos eles é geralmente adequado maximizar a proporção de forragem na dieta para assim minimizar os custos de alimentação (Baumont *et al.*, 2000). Portanto, um dos principais objetivos dos sistemas de manejo da pastagem deve ser sempre a tentativa de conciliar a maximização da produção de forragem e a eficiência de utilização desta forragem (Parsons *et al.*, 1988), o que implica em um profundo conhecimento não somente da produção vegetal, mas dos processos mecanísticos envolvidos na relação planta-animal e nos princípios de sustentabilidade. A identificação e quantificação destes mecanismos fundamentais são críticas para o entendimento das relações que ocorrem e são a chave para entender o comportamento de sistemas complexos sendo que a falta do seu entendimento constitui-se na maior barreira para a produção de um modelo integrado nos sistemas de pastejo (Demment e Laca, 1993).

A interferência do homem na produção animal a partir do uso de pastagens deve: (1) garantir a perenidade do sistema adotado, seja ele baseado no uso de pastagens naturais ou cultivadas; (2) assegurar um compromisso entre a oferta de quantidade e qualidade de forragem compatível com a produção animal pretendida e permitida pelo meio e; (3) simplificar e reduzir custos ou aumentar a margem líquida (Nabinger, 1997).

Particularmente nas regiões tropicais, é sugerido que em princípio, a prioridade para os institutos de pesquisa deveria ser o aumento no limitado número de informações sobre as espécies tropicais, onde os contrastes do metabolismo de carbono e as grandes variações no tamanho das plantas e na estrutura tornam difíceis as generalizações das abundantes informações obtidas com espécies temperadas (Briske, 1996). Quanto aos sistemas de pastejo, um dos objetivos primários deveria ser a definição da relação planta-animal e como ela afeta o rendimento da pastagem e o desempenho do animal (Maraschin, 1994).

Entretanto, estas pesquisas necessitam ser dinâmicas e interativas, visto que a taxa de mudanças na tecnologia, na sociedade e nas condições econômicas pode fazer com que estudos específicos se tornem vulneráveis ao produzir respostas certas para as perguntas erradas (Demment e Laca, 1993).

2.2 A INTENSIDADE DE PASTEJO E A PRODUÇÃO DAS PASTAGENS

2.2.1 Processos básicos da produção das pastagens

O processo fundamental em todo sistema de produção convencional envolve a colheita da energia do sol e dos nutrientes do solo para a produção de tecidos da planta (Hodgson, 1990), sendo que as características da pastagem, como a disponibilidade de forragem, sua estrutura e seu valor nutritivo, refletem as características das espécies presentes e o ambiente (Humphreys, 1991).

O crescimento da pastagem pode ser considerado como o resultado da aquisição de recursos como carbono e nitrogênio pelas plantas individuais, do uso desses recursos para crescimento e da senescência, que leva à acumulação de tecidos mortos, seguidos pela reciclagem do carbono e nitrogênio. A estrutura da pastagem e o crescimento da forragem são altamente interdependentes porque a estrutura resulta do padrão de crescimento de plantas individuais dentro da pastagem e ela afeta a taxa pela qual os recursos são utilizados pelas plantas individuais e pela pastagem como um todo (Laca e Lemaire, 2000).

A produção de forragem bruta é primeiramente determinada pela quantidade de luz interceptada pela pastagem. A proporção da radiação fotossinteticamente ativa incidente que é absorvida pela pastagem, ou seja, a eficiência de absorção, é determinada por variáveis da pastagem, tais como o índice de área foliar e o ângulo de inclinação médio das

folhas, e propriedades óticas do tecido foliar, tais como transmitância e reflectância dos comprimentos de onda visíveis (Laca e Lemaire, 2000). Além da efetividade com a qual a luz é interceptada pelo dossel de folhas, a eficiência do processo fotossintético em si também é uma determinante (Hodgson, 1990).

A interceptação de luz é uma função da quantidade de folhas na pastagem sendo expressa como o índice de área foliar, definida como área de superfície de lâminas foliares por unidade de área de superfície (Hodgson, 1990). Portanto, a taxa de crescimento da pastagem aumenta com o aumento da biomassa, considerando que também aumenta a capacidade fotossintética pelo incremento do índice de área foliar e da interceptação da radiação incidente (Harris, 1978). Entretanto, a estrutura e a morfologia das espécies que compõem a pastagem podem afetar a eficiência fotossintética. As folhas jovens são mais eficientes que folhas velhas e a eficiência é maior em condições de alta intensidade luminosa (Hodgson, 1990). Adicionalmente, existe o efeito do resíduo de matéria seca sobre a taxa de crescimento da pastagem, pois quanto maior o resíduo maior a quantidade de material morto associado a este resíduo, ocorrendo um efeito depressivo sobre a eficiência fotossintética e as taxas de crescimento (Korte *et al.*, 1987).

Assim, apesar da melhoria da produtividade das pastagens ser dependente da existência de germoplasma adequado, capaz de utilizar efetivamente os recursos do ambiente local (Humphreys, 1997), deve-se considerar o conflito de interesses que existe entre a necessidade de se manter a pastagem com alto índice de área foliar, para garantir uma interceptação efetiva da luz do sol, e a necessidade de se manter a eficiência fotossintética das folhas individuais através da garantia de que as folhas jovens sejam expostas o quanto antes à luz solar direta e que não sejam sombreadas pelas folhas velhas, senescentes ou tecidos não produtivos. Da mesma forma, é necessário fazer um balanço entre os requerimentos para uma interceptação de luz efetiva e alta eficiência fotossintética na pastagem; entre as condições para altas taxas de crescimento e aquelas para a manutenção de uma população vigorosa de perfilhos, visando salvaguardar a capacidade

futura de crescimento; e entre os requerimentos para altas taxas de crescimento e baixas taxas de perdas em senescência e decomposição (Hodgson, 1990).

2.2.2 Implicações do pastejo sobre a produção de forragem

Em sistemas de produção animal sob pastejo, além dos processos de produção intrínsecos à vegetação, existem mais dois estágios a ser considerados, pois as plantas precisam ser consumidas pelos animais e convertidas nos produtos animais de interesse (Hodgson, 1990). A complexidade do sistema aumenta não apenas pela inclusão do componente animal na equação clima-solo-planta, mas também devido à natureza altamente interativa destes componentes (t'Mannetje *et al.*, 1976).

As interações que passam a ocorrer neste sistema exercem uma importante influência na produção. O animal ao pastejar pode afetar a taxa de crescimento das plantas através da remoção de partes da planta da pastagem, através de danos físicos diretos para o solo ou plantas, ou através da reciclagem de nutrientes das plantas pelas fezes e urina. O animal por sua vez passa a ser afetado pela quantidade de forragem consumida e pelo valor nutritivo desta forragem (Hodgson, 1990). A lotação, por exemplo, influencia a produtividade da pastagem e esta, a produção animal, que depende da quantidade e da qualidade da forragem. Assim, um aumento da lotação animal, decorrente de uma alta produção de forragem, implicará em uma grande pressão sobre a pastagem, que poderá reduzir o crescimento da pastagem e assim levar a uma queda na produção animal (t'Mannetje *et al.*, 1976).

Os efeitos negativos sobre a vegetação que podem decorrer do pastejo podem incluir a redução do vigor e da longevidade da pastagem, a redução do crescimento da parte aérea e sistema radicular, diminuição da produção e a aceleração da invasão de outras espécies (Vallentine, 1990; Jones, 1985). Também pode ocorrer a compactação do solo, redução da

matéria orgânica e agregados do solo, redução das taxas de infiltração de água, aumento do escoamento superficial, redução do conteúdo de água e maior probabilidade de erosão, tanto em função direta da presença animal sobre o solo, quanto em função da influência dos animais sobre a vegetação através da redução da cobertura do solo (Vallentine, 1990; Tollner, 1986; Hodgson 1990).

Com relação ao crescimento das plantas, o impacto predominante do pastejo se dá através da desfolhação (Briske, 1996), cujos componentes foram definidos por Harris (1985) como frequência, intensidade, uniformidade e época que ocorre em relação à fase de desenvolvimento da planta. A frequência de desfolha diz respeito ao intervalo entre sucessivas desfolhas, enquanto a intensidade da desfolha compreende severidade, duração, altura, percentagem de utilização, área foliar residual e reservas para o rebrote, se referindo tanto à proporção quanto à condição fisiológica da biomassa removida. A uniformidade também é um parâmetro relativo à intensidade, descrevendo a remoção diferencial de partes específicas da planta ou de espécies dentro da comunidade. A época de desfolhação por sua vez, refere-se tanto às fases de desenvolvimento da planta quanto às estações do ano (Harris, 1985).

Percebe-se, portanto, que o desempenho animal está condicionado à quantidade e qualidade dos componentes da forragem consumida, enquanto a remoção de forragem afeta a produtividade da pastagem, provocando modificações na quantidade e nas características da forragem disponível para um período posterior. Assim, mesmo em estudos onde as medidas de desempenho animal são o objetivo central, o uso somente destes parâmetros de desempenho freqüentemente é inadequado para promover o entendimento da complexidade da situação, podendo conduzir a conclusões errôneas (Morley, 1978) e portanto, é importante a obtenção de informações que envolvam respostas das plantas e, comunidades vegetais ao pastejo, aspectos de solo e comportamento animal, bem como suas inter-relações com os fatores climáticos (Maraschin, 1994).

2.2.3 Aspectos fisiológicos e morfológicos relacionados à desfolha

As respostas de plantas individuais à intensidade e frequência de desfolhação envolvem processos em nível das interações entre planta e animal que podem ser descritas como respostas fisiológicas e morfológicas. As respostas fisiológicas são geralmente definidas como de curto prazo, enquanto as respostas morfológicas são consideradas como sendo de longo prazo. A extensão na qual as respostas fisiológicas e morfológicas influenciam as características da pastagem e a produção depende do regime de desfolhação e do balanço obtido entre a demanda e o suprimento de recursos para o crescimento pelas plantas (Chapman e Lemaire, 1993).

Onde a desfolhação é relativamente infreqüente e leniente, as plantas podem manter um crescimento balanceado através de respostas fisiológicas de curto prazo. Entretanto, na medida em que a severidade de desfolhação aumenta, ajustes morfológicos são necessários para garantir um crescimento homeostático da planta como um todo. A resposta morfológica permite à planta adaptar sua arquitetura para escapar da desfolhação e, portanto, a plasticidade das plantas em relação ao regime de desfolhação tem um papel fundamental na regulação da taxa de produção de novos tecidos folhares e na acessibilidade destas folhas para os animais em pastejo. A adaptabilidade de espécies forrageiras às várias condições de desfolha, desde lenientes até severas, depende de suas características morfológicas e fisiológicas inerentes (Lemaire, 1999; Chapman e Lemaire, 1993).

São conhecidos os efeitos negativos de desfolhações severas sobre a taxa de acúmulo de biomassa em pastagens (Harris, 1978; Korte *et al.* 1987) e a altura da desfolha, que pode ser compreendida como uma medida da intensidade do pastejo, é o fator mais preponderante na indução de alterações na importância relativa dos mecanismos subseqüentes envolvidos no rebrote (Rodrigues e Rodrigues, 1987).

Richards (1993) detalha a resposta fisiológica de plantas tolerantes a desfolhação após uma desfolha de moderada a severa em duas fases distintas. A primeira corresponde a um período de transição que ocorre nos primeiros dias e a segunda, a um período de reajuste e de integração entre a atividade fisiológica e a morfogenética da planta que ocorre durante várias semanas. Em situações de desfolha leniente, pode ocorrer apenas um ajuste fisiológico por parte da planta, com mudanças compensatórias no funcionamento de vários órgãos, incluindo a reativação da taxa fotossintética de folhas residuais e a redistribuição de assimilados, entre outros (Rodrigues e Rodrigues, 1987).

A habilidade de armazenar e mobilizar carbono e nitrogênio confere várias vantagens para as plantas, entre as quais está a de permitir uma recuperação mais rápida em caso de eventos, tal como a desfolhação (Smith, 1973, White, 1973 e Harris, 1978; Richards, 1993; Thornton, 1999), que podem ser catastróficos a ponto de comprometer em curto prazo a persistência das plantas pela redução do nível de glicídios de reserva, especialmente no caso de plantas eretas submetidas a pastejo intenso e constante onde inclusive os perfilhos novos estejam sendo pastejados (Rodrigues e Rodrigues, 1987; Maraschin, 1994).

Tanto para as gramíneas forrageiras quanto para leguminosas, a desfolhação resulta em uma redução no conteúdo de carboidratos não estruturais na base dos estolões e raízes, seguido pela restauração dos níveis prévios na medida em que o crescimento prossegue (Humphreys, 1997). A resposta das plantas ao stress, como este da diminuição de carboidratos resultantes da desfolhação, pode ser visto como tendo a meta de restaurar e manter o padrão de crescimento homeostático onde todos os recursos são usados de uma maneira balanceada para otimizar o crescimento da planta (Chapman e Lemaire, 1993).

Quando a capacidade fotossintética da planta é reduzida por uma desfolhação substancial, os efeitos do reduzido suprimento de carbono se propagam rapidamente através da planta, afetando o crescimento de novos tecidos, a absorção de nutrientes e a respiração e o crescimento das raízes. As rápidas mudanças compensatórias na alocação de carbono e nitrogênio em plantas desfolhadas não são, ao mesmo tempo, sucedidas por

um aumento compensatório nas taxas de fotossíntese líquida nas primeiras 24h após a desfolha. De fato, as taxas de fotossíntese líquida são geralmente reduzidas tanto nas folhas danificadas quanto nas intactas e este declínio temporário pode durar de algumas horas a até dois dias (Richards, 1993). Em situações drásticas, de eliminação completa de todas as folhas fotossinteticamente ativas, as reservas de carboidratos não estruturais passam a adquirir maior importância na retomada do crescimento da planta, principalmente nos estágios iniciais do rebrote (White, 1973), e nesta situação pode haver uma interrupção total do crescimento da planta, atingindo principalmente as raízes (Davidson, 1978).

Estes conceitos muitas vezes direcionam o manejo do pastejo para sistemas que permitem manter um alto nível de carboidratos não estruturais. Entretanto, tem sido observado que estas reservas são usadas apenas por poucos dias após a desfolhação. Outros compostos como proteínas, ácidos orgânicos e hemicelulose também contribuem com energia para o rebrote e, além disso, a fotoassimilação e, portanto, o índice de área foliar após o rebrote também exerce um papel importante (Richards e Caldwell, 1985, Briske e Heitschmidt, 1991, Humphreys, 1997).

Por sua vez, a quantidade e o tipo de tecido removido e em que momento a perda ocorre em relação ao desenvolvimento da planta, também são importantes na determinação do impacto da desfolhação sobre as plantas, pois a redução da fotossíntese geralmente não é proporcional à perda da área foliar em função das mudanças no dossel após a desfolhação e em função da desigual contribuição fotossintética de folhas de várias idades. A idade e o tipo de tecidos removidos influencia fortemente em quão rapidamente a planta pode se recuperar. A perda de folhas velhas tem geralmente um efeito muito menor do que a perda da mesma quantidade de folhas jovens (Gold e Caldwell, 1989, citados por Richards, 1993). Além disso, a taxa de remoção de tecidos tem uma influência forte nas características físicas da recuperação das plantas. As perdas continuadas de uma pequena proporção da folha de uma planta individual e a perda de uma grande proporção do dossel

fotossintético representam os extremos de um espectro de frequência de desfolhação e intensidade que podem ser tolerados pelas plantas (Richards, 1993).

Até o momento foi comentado o impacto predominante do pastejo no crescimento das plantas e na redução da capacidade fotossintética associado com o decréscimo na área foliar, bem como os processos fisiológicos responsáveis pela rápida reposição das folhas. Entretanto, os aspectos morfológicos das plantas, como a disponibilidade e localização dos meristemas e a densidade e tamanho dos perfilhos (Briske, 1996), além de outras, como o hábito de crescimento e arquitetura foliar (Moraes, 1996), também possuem um importante papel nas relações entre plantas e animais.

A análise dos componentes do índice de área foliar da pastagem indica a existência de três variáveis, quais sejam: a densidade populacional de perfilhos; o número de folhas por perfilho; e o comprimento da folha. O comprimento da folha é o grande determinante da área foliar das gramíneas e é também a variável mais susceptível a ser controlada pela altura da desfolha. O número de folhas por perfilho é constante para uma dada espécie o que deixa a densidade populacional de perfilhos como o componente do índice de área foliar da pastagem onde as mudanças no índice de área foliar podem ser prontamente compensadas (Matthew *et al.*, 1999).

Hodgson (1990) e Penning *et al.* (1991) descrevem a existência de uma relação funcional entre intensidade da desfolha, a densidade de perfilhos por área e o tamanho dos perfilhos individuais, de forma que, sob uma alta intensidade de pastejo, uma maior densidade populacional de perfilhos pequenos forma o índice de área foliar da pastagem, enquanto que em condição de baixa intensidade de pastejo, uma menor densidade populacional de perfilhos maiores otimiza o índice de área foliar da pastagem (Matthew *et al.*, 1999). Outra inter-relação também observada diz respeito a mudanças no comprimento dos entrenós que, associado a uma maior produção de perfilhos basais ocorrente em situações de pastejo intenso, resultam em plantas com hábito de crescimento mais prostrado (Rodrigues *et al.*, 1986).

Estas situações são observadas porque as espécies respondem ao pastejo através de mecanismos que visam minimizar a probabilidade de serem pastejadas e/ou através da rápida reposição da área foliar que é removida pelos herbívoros. Para tal utilizam-se de atributos morfológicos ou componentes bioquímicos que influenciam a probabilidade e a severidade do pastejo ao afetar a acessibilidade e a palatabilidade dos tecidos (Briske, 1996).

As estratégias das plantas para lidar com as situações de pastejo variam grandemente em forma de expressão entre as espécies. Plantas podem usar uma estratégia de evitar pastejo através da redução da probabilidade de ocorrer desfolhação ou redução da sua severidade, enquanto os mecanismos de tolerância facilitam o crescimento após uma desfolhação. A habilidade de uma espécie para sobreviver ao pastejo, sem dúvida, resulta da combinação destes dois componentes, mas em certas espécies e sob específicas condições ambientais, uma estratégia pode predominar sobre a outra (Briske, 1996).

As modificações induzidas pelo pastejo nas interações competitivas são eventualmente expressas na população através da modificação da área basal e do número de perfilhos de plantas e indivíduos. Esta redução na área basal de plantas individuais pode ser a resposta inicial e predominante contribuindo para o declínio da população de plantas de touceira, como o caso do Capim Tanzânia, em resposta ao pastejo, podendo predispor à eliminação de uma população da comunidade vegetal (Buttler e Briske, 1988; Briske e Heitschmidt, 1991).

Um incremento no número de perfilhos por unidade de área basal remanescente pode inicialmente compensar o decréscimo na área basal total e, assim, manter a densidade de perfilhos constante. Entretanto, com a continuação de um pastejo severo, o declínio da área basal das plantas pode se tornar tão grande que a densidade de perfilho decresce dentro da população (Briske e Heitschmidt, 1991; Briske, 1996).

Sob pastejo contínuo, isto ocorre porque a altura da pastagem e, portanto, o tamanho médio do perfilho, é determinado pela taxa de lotação através da intensidade de

desfolhação, enquanto a área foliar do dossel que pode ser suportada é inversamente relacionada à intensidade de desfolhação. Assim, a otimização da área foliar do dossel em baixas alturas de desfolha é obtida através da diminuição do tamanho médio do perfilho e do aumento na densidade da população de perfilhos. Entretanto, com desfolhações excessivas, a área de folhas do dossel e o suprimento de substratos são reduzidos tão fortemente que a nova produção de perfilhos é suprimida e a densidade populacional de perfilhos diminui na medida em que os perfilhos existentes morrem (Matthew *et al.*, 1999).

Também é possível que desfolhas intensas removam grande parte dos meristemas e que, portanto, a retomada de crescimento tenha que ser feita através de gemas remanescentes, o que dependendo do grau dos danos ocorridos e da atividade destas gemas, poderia provocar uma eventual morte do perfilho (Rodrigues e Rodrigues, 1987). Em leguminosas, esta é uma situação particularmente sensível, pois a preservação de pontos de crescimento desempenha papel de grande importância na produção e persistência destas plantas (Clements, 1989). Já em gramíneas, a produção, expansão e muito da diferenciação dos tecidos foliares ocorre na zona basal da folha, a qual é envolvida pela bainha de folhas mais velhas, constituindo parte do resíduo deixado após a desfolhação. Esse fator provavelmente é um dos elementos chaves na explicação da relativa tolerância à desfolhação das gramíneas e de sua abundância nas pastagens (Schnyder *et al.*, 1999).

Já no âmbito das comunidades vegetais, os atributos morfológicos agregados aos atributos fisiológicos das espécies influenciam a estrutura e a função das populações através da extensão das interações competitivas entre as espécies de plantas. O pastejo altera as interações competitivas entre as espécies através da remoção de diferentes quantidades de área foliar e, portanto, do estabelecimento de potencial para diferentes taxas de crescimento. A composição das espécies é alterada quando certa intensidade, frequência e/ou estacionalidade de pastejo muda a vantagem competitiva de um grupo de espécies para outro. Esta mudança na composição de espécies subsequente influencia a produção animal e as estratégias de manejo ao afetar a quantidade, a qualidade e a

estacionalidade da produção das plantas. Conseqüentemente, a determinação de estratégias de pastejo deve ser baseada em parte na morfologia de desenvolvimento e nas funções fisiológicas das espécies de plantas dominantes, buscando conservar os recursos da pastagem e manter a estabilidade da produção (Briske, 1996).

2.2.4 Considerações sobre o manejo da desfolha

Os objetivos do manejo do pastejo são a conciliação da maximização da produção de forragem com a eficiência do uso desta (Parsons *et al.*, 1988), a sincronização do suprimento de forragem disponível com a demanda dos animais em pastejo e a manutenção do vigor da pastagem (Humphreys, 1997). Entretanto, conforme foi comentado anteriormente, as plantas em uma pastagem são profundamente afetadas pelo distúrbio criado por eventos de desfolhação, cuja freqüência e intensidade depende principalmente do manejo do sistema de pastejo (Lemaire, 1987). Assim, decisões sobre a intensidade e freqüência de utilização refletem na capacidade da pastagem de produzir forragem aceitável na medida em que o manejo influencia o crescimento da pastagem e a sua qualidade (Humphreys, 1997), requerendo cuidadoso e profundo estudo.

Os três fatores fundamentais que estão presentes em qualquer situação de pastoreio com animais são dias de pastejo, dias de descanso e pressão de pastejo (Maraschin, 1986). A combinação dos dois primeiros fatores define ou detalha o sistema de pastejo utilizado (Mella, 1980), enquanto o terceiro fator é um indicador da intensidade do pastejo ou, como comentado por Campbell (1966), é um parâmetro que proporciona uma avaliação do potencial de severidade de desfolhação.

A pressão de pastejo foi definida por Mott (1960) como o número de animais por unidade de forragem disponível, sendo o primeiro a conceituar a taxa de lotação em função da quantidade de forragem em oferta aos animais. Greenhalgh *et al.* (1966) aperfeiçoaram o

conceito de pressão de pastejo levando em conta o peso de forragem oferecida por animal por dia, o qual denominou de oferta de forragem, geralmente expressa em quilogramas de matéria seca por cem quilogramas de peso vivo, por dia (kg de MS/100 kg PV/dia).

O conceito do nível de oferta de forragem tem sido apontado por diversos autores como o principal fator a afetar a produção animal, bem como a frequência e severidade de desfolhação de plantas individuais (Holmes, 1987; Vallentine, 1990; Heitschmidt e Taylor, 1991; Maraschin, 1994). Segundo Humphreys (1997) este conceito torna possível também o cálculo dos requerimentos de alimento em relação à produtividade da pastagem e salienta que a percepção de que a disponibilidade de forragem pode estar relacionada a altura média superficial da pastagem leva a um avanço significativo no manejo, pois esta é facilmente medida pelo fazendeiro.

Também foi abordado anteriormente que, do ponto de vista da pastagem, os efeitos diretos e indiretos do manejo sobre a produtividade primária das pastagens precisam ser considerados nos modelos de dinâmica de sistemas de produção com relação às respostas estruturais das plantas, na medida em que afetam o índice de área foliar (Chapman e Lemaire, 1993).

Assim, considerando que a produção de tecido foliar é um processo contínuo e está regulado pelas variáveis ambientais e pelas características da pastagem (Lemaire, 1999), o manejo necessário para maximizar a acumulação de forragem através do tempo requer que toda, ou quase toda a luz incidente sobre a pastagem seja interceptada por material fotossinteticamente ativo. Para atingir tal objetivo, o manejo da pastagem deve ser dirigido para evitar a remoção excessiva de folhas, pois quanto maior o índice de área foliar de uma pastagem, maior será a proporção da radiação incidente interceptada pelo dossel. Manejando, então, a pastagem sob um índice de área foliar ótimo resultaria na maximização da produção de forragem (Harris, 1978; Vikery, 1981).

No caso específico de gramíneas forrageiras tropicais, Corsi (1990) comenta que estas parecem exigir menor pressão de pastejo para possibilitar crescimento adequado, em

função da necessidade, principalmente das cespitosas, de exigirem maior quantidade de material remanescente após o pastejo, para garantir a rebrota.

Entretanto, manter as pastagens com alta massa de forragem e alto índice de área foliar afeta adversamente o crescimento e a utilização das pastagens a longo prazo, na medida em que a proporção entre folhas e colmos diminui progressivamente, limitando o consumo animal (Hodgson *et al.*, 1977) e também limitando a eficiência fotossintética da forragem residual, seja pelo aumento da demanda metabólica do material não fotossinteticamente ativo ou pelo sombreamento dos novos perfilhos basais (Adjei *et al.*, 1980; Korte *et al.*, 1982).

O resultado deste manejo é que, na medida que se permite o crescimento de uma pastagem após a desfolha, a taxa líquida de assimilação de carbono aumenta com um aumento no índice de área foliar até um máximo e, então, decresce com maiores aumentos no índice de área foliar. A assimilação de carbono pode, eventualmente, declinar para zero em uma pastagem onde não ocorre desfolhação, o que claramente não é do interesse do manejo de pastagens (Hodgson, 1990; Lemaire, 1999). Esta aproximação, portanto, não estima adequadamente a produção de forragem que pode ser colhida, já que para a alimentação de animais, somente a fração viva da massa da pastagem precisa ser considerada e, por esta razão, a dinâmica de senescência e decomposição assumem um papel importante (Chapman e Lemaire, 1993).

Nabinger (1997) faz uma importante distinção sobre a matéria seca produzida. Existe a produção primária, que corresponde ao acúmulo de biomassa elaborada pela pastagem, e a produção que pode ser colhida, que corresponde apenas à biomassa presente na planta em dado momento. A diferença entre estas duas grandezas deve-se ao fato de que as folhas e, por consequência, os colmos das espécies forrageiras têm uma vida limitada e que o acúmulo de biomassa que pode ser colhida é resultante de um fluxo de elaboração de novos tecidos foliares (produção primária) e de um fluxo de senescência e de decomposição dos tecidos foliares mais antigos.

Esta produção que pode ser colhida é aquela parte da produção primária que pode ser colhida antes da senescência. Isto depende primeiramente do tempo de vida da folha das espécies dominantes na pastagem. Quando o intervalo de desfolha é menor do que o tempo de vida da folha, somente a fração do material foliar que está abaixo da altura de desfolha irá senescer e se decompor. A utilização da pastagem, então, depende da altura de desfolha (intensidade) e das características estruturais da pastagem, como densidade de perfilhos, ângulo das folhas e comprimento da bainha. Quando o intervalo de desfolha é maior do que a duração média da folha, uma grande proporção do material produzido pode ser perdida por senescência (Chapman e Lemaire, 1993), o que implica em uma menor eficiência de uso da pastagem (Lemaire, 1987).

A probabilidade de uma folha individual ser desfolhada antes de sua senescência em pastagens sob pastejo contínuo, também é geralmente determinada pela intensidade de desfolhação, na medida em que a proporção de tecidos removidos depende da carga animal. Conseqüentemente, na medida em que a carga aumenta, o aumento na proporção de tecido foliar consumido pelos animais determina um concomitante decréscimo no fluxo de senescência de folhas e, assim, a clássica resposta linear de senescência da forragem em função da altura da pastagem necessita ser interpretada não como o efeito da altura da pastagem em si, mas como um efeito na diferença da densidade de cargas associada com tratamentos de diferentes alturas da pastagem. Neste contexto, enquanto a altura e o índice de área foliar são características da pastagem relevantes para determinar a resposta assintótica da produção de forragem através de seu controle sobre a interceptação de luz e da morfogênese da planta, eles não são determinantes diretos das taxas de senescência observadas em pastagens sob pastejo contínuo (Lemaire, 1999).

Também merece ser considerado que, sob pastejo contínuo, existe a tendência do pastejo se concentrar nas camadas superficiais da pastagem, portanto, as chances de desfolhação são maiores para os perfilhos maiores do que para os menores. As chances de desfolha são também maiores para as folhas mais jovens do que para as folhas mais

velhas, simplesmente como consequência da posição que ocupam no dossel da pastagem. Uma consequência desse padrão de pastejo é que a chance de desfolhação para qualquer folha, ou parte desta, que já parou seu processo de alongação diminui progressivamente com o tempo pois tipicamente tenderá a ser coberto pelas folhas mais jovens, e também porque atinge um estágio de desenvolvimento em que os animais ficarão relutantes a pastejá-la, mesmo que esteja exposta (Hodgson, 1990).

Outro fator importante é que a intensidade de utilização da pastagem afeta não somente a sua produção, mas também a sua qualidade, em função da interferência do estágio de maturação das plantas (Blaser *et al.* 1986) e de mudanças induzidas na estratificação da qualidade dentro da própria planta (Reid *et al.*, 1973), na medida que não somente existe diferença de qualidade entre as folhas superiores e inferiores, como também entre folhas e caules e entre as diferentes partes da folha (Hacker e Minson, 1981).

Portanto, o programa de manejo empregado (frequência e severidade da desfolha) interage com a morfogênese da planta e com as características estruturais da pastagem, definida por Laca e Lemaire (2000) como a distribuição e arranjo das partes da planta acima do solo dentro de uma comunidade, para determinar a produção de forragem que pode ser colhida (Chapman e Lemaire, 1993).

Como se observa, a interdependência existente entre os fatores implica em que as decisões de manejo que melhoram a eficiência em um determinado estágio, podem reduzi-lo em outro e vice-versa (Hodgson, 1990). Portanto, a otimização de sistemas de pastejo não pode ser concebida na pressuposição da maximização independente da quantidade de forragem produzida ou do consumo pelos animais, mas como o resultado do equilíbrio entre os três fluxos de tecido foliar que ocorrem em pastagens submetidas a pastejo que são o crescimento, a senescência e o consumo (Parsons, 1994).

Portanto, é de grande importância que o sistema de pastejo adotado e as práticas de manejo aplicadas à pastagem conciliem a manutenção da área foliar para a fotossíntese e a colheita de grandes quantidades de tecido foliar antes que ocorra a senescência (Parsons *et*

al., 1988), permitindo à planta forrageira melhor capacidade de rebrote e permitindo uma eficiente colheita pelo animal, ao mesmo tempo que evita desperdícios pela morte e decomposição dos tecidos vegetais (Nabinger, 1997).

Até o momento comentou-se os aspectos dos sistemas de manejo relacionados a produção das plantas e a eficiência de colheita de forragem, mas é importante analisar os sistemas de pastejo não somente visando ações de curto prazo para maximizar a razão entre a produção e o consumo de forragem, mas também com o objetivo a longo prazo de manter a persistência da pastagem (Lemaire, 1999).

O processo de desfolhação precisa ser analisado não somente em plantas individuais, mas também na escala da comunidade de plantas, porque a remoção de tecido foliar de plantas vizinhas induz modificações do ambiente físico, tais como intensidade de luz, temperatura do ar e do solo e umidade (Lemaire, 1987).

O manejo do pastejo também modifica as interações competitivas ao influenciar na frequência, intensidade e sazonalidade de desfolhação da planta. Espécies de plantas pastejadas menos frequentemente e intensamente, ou com uma maior capacidade de rebrote após a desfolhação, apresentam maior área foliar para fotossíntese e obtêm vantagem competitiva. As interações competitivas induzidas pelo pastejo são eventualmente expressadas na estrutura da população. Um decréscimo na área basal total, na densidade de plantas, ou na densidade de perfilhos de uma determinada espécie se manifesta em última instância na redução relativa da aquisição de recursos dentro da comunidade e mudanças subseqüentes na composição de espécies altera a quantidade, a qualidade e a variabilidade da produção de plantas através da modificação da quantidade e do padrão de do fluxo de energia do ecossistema (Briske, 1996).

Desta forma, intensidade e intervalo não somente afetam o rendimento como também podem determinar a composição botânica de misturas, onde se destaca a espécie mais adaptada às condições específicas de desfolha (Harris, 1978), com o sucesso de uma determinada espécie dependendo da velocidade de colonização das áreas disponíveis do

solo, da agressividade com a qual elas ocupam o espaço e da sua tolerância às limitações ambientais existentes e aos efeitos da desfolhação ou outros distúrbios. Neste sentido, o manejo de pastagens deve ser considerado como um meio para obter e manter um balanço desejado de espécies de plantas na pastagem (Hodgson, 1990) e, portanto, é necessário assegurar-se que os princípios de manejo a serem adotados permitam manter as espécies ou a composição botânica da pastagem (Blaser *et al.*, 1974).

2.3 A INTENSIDADE DE PASTEJO E A PRODUÇÃO ANIMAL

O sucesso dos animais herbívoros em termos evolucionários depende da habilidade que possuem de obter um consumo adequado de nutrientes de uma fonte que freqüentemente é fibrosa, possui baixa concentração de nutrientes e, devido à estrutura da pastagem, pode ser de difícil colheita (Hodgson, 1990).

Por sua vez, na atividade agropecuária o produto principal de uma pastagem advém do animal que a pasteja (Humphreys, 1997). Entretanto, o controle e manejo da alimentação a pasto para atender os requerimentos nutricionais necessários à manutenção de um determinado nível de produção desejado é uma das práticas de alimentação mais difíceis que existem. Muitas das dificuldades são causadas pela grande variação de espécies de plantas, disponibilidade de forragem, valor nutritivo das plantas disponíveis e das partes consumidas e variações no ambiente. Todos esses fatores têm impacto na habilidade dos animais em atender seus requerimentos de nutrientes (Noller, 1987).

Também para a pesquisa, é justamente quando as avaliações da vegetação precisam ser relacionadas com o produto animal que surgem as maiores dificuldades da avaliação de pastagens. Isto decorre dos inúmeros fatores envolvidos nessa situação, como a habilidade da vegetação de prover energia, proteína e minerais ao longo do tempo,

superpostos à habilidade do animal de selecionar a partir da forragem disponível (t'Mannetje e Jones, 2000).

O consumo é influenciado primeiramente pelas relações entre a fome e a saciedade (Forbes, 1995) e a regulação do consumo e a escolha da dieta pelo animal combinam o controle a curto prazo do comportamento alimentar relacionado à regulação homeostática corporal, e o controle dos requerimentos nutricionais e das reservas corporais a longo prazo (Faverdin *et al.*, 1995). A quantidade de forragem consumida depende em primeiro lugar do tamanho do animal, sexo, idade, estado fisiológico, e das inter-relações dessas características com os fatores de meio, ou seja, o consumo está intimamente relacionado com a demanda de nutrientes do animal, que por sua vez é determinada pelo estado fisiológico deste (Carvalho, 1997).

Em situação de pastejo, o desempenho animal depende da capacidade produtiva intrínseca do animal, da quantidade e qualidade da forragem e da intensidade de pastejo (Hart e Hoveland, 1978). Entretanto, a qualidade da forragem não se refere somente ao seu valor nutritivo, mas também ao consumo voluntário (Mott e Moore, 1985).

A disponibilidade de forragem, a estrutura da pastagem e o valor nutritivo dos seus componentes refletem as características das espécies presentes e do ambiente. Os níveis de produção dependem do valor alimentar da pastagem em termos da quantidade de consumo e do conteúdo de nutrientes por unidade de consumo. Já o sistema de alimentação determina a disponibilidade do alimento, enquanto as decisões relacionadas às preferências do animal influenciam o consumo. Este, por sua vez, também está sujeito a limitações metabólicas e físicas do trato digestivo. Outras características como tempo de retenção e taxa de passagem no rúmen também estão relacionadas ao consumo (Humphreys, 1991; Minson, 1990).

A importância do consumo de forragem como um determinante da produtividade animal é clara, mas os processos pelos quais os animais em pastejo coletam seu requerimento de comida não estão bem entendidos, ficando difícil prever o consumo de

forragem pelos animais. Uma das razões disto é que o consumo por animais em pastejo é influenciado por vários fatores comportamentais. A performance animal tem uma dependência direta do consumo diário de forragem e uma dependência indireta a partir dos efeitos dos processos de pastejo sobre a composição da pastagem e da estrutura e produtividade de forragem (Cosgrove, 1997).

Em pastejo, os animais precisam procurar pela comida e precisam coletar as plantas. Eles exploram a heterogeneidade da vegetação atuando seletivamente e qualquer predição do consumo e do impacto dos animais sobre a vegetação necessita considerar o mecanismo de decisão animal. A teoria básica atualmente é de que os animais otimizam sua alimentação como um resultado da seleção natural, visando maximizar sua aptidão reprodutiva. Essa maximização tem sido traduzida como eficiência no pastejo que, por razões práticas, tem sido equiparada às taxas de consumo de matéria seca (Baumont *et al.*, 2000).

Em geral, os ruminantes desenvolvem preferência por alimentos que proporcionem rapidamente um alto nível de saciedade, ou seja, alimentos que podem ser consumidos rapidamente, que sejam palatáveis, de alta digestibilidade e livres de produtos tóxicos (Baumont *et al.*, 2000). Tanto a preferência quanto a desfolhação seletiva durante o pastejo têm uma forte motivação comportamental, sendo que a preferência é a dieta que o animal escolhe quando não há limitações para obter aquela dieta, enquanto a seleção é a preferência modificada pela circunstância (Hodgson, 1990).

Quando um animal é introduzido na pastagem, ele consome primeiramente as folhas do extrato superior, seguidas daquelas dos extratos inferiores. Raramente consome o caule de gramíneas antes das folhas. Quando a pressão de pastejo é baixa, os animais podem compensar a baixa qualidade de forragem pelo pastejo seletivo das partes mais nutritivas das plantas. Além desse, outros fatores também influenciam na qualidade do material selecionado por animais nas pastagens, tais como espécies forrageiras dominantes, estágio de crescimento, estação do ano e preferência do animal, entre vários (Carvalho, 1997).

De maneira geral, a dieta consumida por animais contém maiores proporções de folhas e de tecidos vivos e menores proporções de colmos e tecidos mortos do que o que encontrado na pastagem como um todo. Isto significa que o valor nutritivo da dieta é geralmente maior do que aquele da pastagem (Hodgson, 1990; Hodgson *et al.*, 1994).

Neste sentido, a disponibilidade de forragem e a intensidade de pastejo são as variáveis controladas pelo manejo que mais afetam o consumo dos animais (Allison, 1985), pois quando disponibilidade não é limitante, a qualidade de forragem da dieta será maior do que a média da forragem disponível na pastagem, enquanto que em situações de disponibilidade limitada, a qualidade média da forragem tende a se aproximar da qualidade da dieta pela redução da oportunidade do pastejo seletivo (Arnold, 1981; Bryant *et al.*, 1970).

2.3.1 Considerações sobre a altura da pastagem

O rendimento de produto animal por área é função do produto do desempenho por animal pelo número de animais por área (Campbell, 1961; Mott, 1983), enquanto que o ganho de peso vivo ao longo do tempo é reflexo da quantidade e qualidade do alimento oferecido que é efetivamente consumido (t'Mannetje *et al.*, 1976).

Segundo Hodgson (1990), os níveis de produção de forragem e performance animal são fortemente relacionados com a condição da pastagem e a altura superficial da pastagem proveria uma maneira efetiva de se resumir a condição da pastagem, particularmente sob pastejo contínuo. Assim, as condições da pastagem necessárias para manter um desejado nível de consumo de nutrientes e performance podem ser definidas em termos tanto do valor nutritivo (digestibilidade) quanto da quantidade (altura da pastagem) (Hodgson, 1990). Complementarmente, Gordon e Lascano (1993) consideram os fatores

controlando o consumo de forragem como fundamentais para o entendimento das respostas animais a variações na altura da pastagem.

Humphreys (1997) comenta que a performance animal resulta do produto da ingestão da forragem, da concentração de nutrientes da forragem ingerida e da eficiência com a qual estes são convertidos em produto animal. A forragem ofertada em alturas muito baixas pode ser de baixa digestibilidade, mas pastagens muito altas podem conter muito material senescente. Assim, o autor sugere que estudos locais das respostas da altura da pastagem proporcionam uma ferramenta de manejo poderosa pela possibilidade de se buscar um produto animal individual e total, através da manipulação da altura da pastagem, do número de animais, da decisão sobre a adubação, compra de suprimentos e políticas de conservação de alimentos.

O consumo animal pode ser visto, de maneira simplificada, como um produto da matéria orgânica por bocado, taxa de bocados e duração do pastejo (Stobbs 1973b) e a massa do bocado tem sido mostrado como o principal fator da taxa de consumo e da performance animal em condições de pastejo (Chacon *et al.*, 1978; Hodgson *et al.*, 1991). Já as características da pastagem, como altura, densidade e arranjo espacial determinam o volume e a massa do bocado (Stuth, 1991).

Brancio *et al.* (2000e) avaliando três cultivares de *Panicum maximum*, inclusive o Capim Tanzânia, concluíram que a massa do bocado pode ser considerada o principal componente do consumo, pois as variações no consumo acompanham as variações na massa do bocado, enquanto o tempo de pastejo e a taxa de bocados constituíram-se ferramentas de menor importância para o animal ajustar o consumo em função de mudanças nas características da pastagem.

O efeito positivo da altura da pastagem sobre o consumo tem sido relatado por diversos autores e muito da sua influência positiva decorre em função da profundidade de pastejo, que é o fator determinante no volume do bocado (Black e Kenney, 1984),

principalmente ao considerarmos que a profundidade do bocado tende a ser de cerca de 50% da altura da pastagem (Laca *et al.*, 1992).

Alden e Whittaker (1970) observaram que a taxa de consumo da pastagem por animais teve alta associação com a altura da planta (tamanho do perfilho), havendo pouca relação entre produção de forragem e consumo. O volume do bocado aumentou linearmente com a mudança no tamanho do perfilho.

Burlingson *et al.* (1991) em um experimento com ovelhas, observaram que a massa média do bocado foi positivamente relacionada com a altura a qual atuou primariamente sobre a profundidade do bocado e, portanto, no volume do bocado. Os autores observaram também uma relação positiva entre a altura da pastagem e a área do bocado, sugerindo que as ovelhas foram capazes de apreender um maior número de folhas na boca quando estas folhas eram mais longas. Aparentemente isso foi conseguido por um movimento lateral da cabeça ao invés de uma ação vertical sobre o perfil da pastagem.

Kristensen (1988), Arias *et al.* (1990) e Flores *et al.* (1993) também encontraram relações positivas entre altura da pastagem e consumo, em razão da existência de um horizonte de pastejo mais profundo, maior massa de bocado ou simplesmente pela maior facilidade de apreensão que, segundo Stobbs (1973), é um fator particularmente importante. Neste aspecto, Black e Kenney (1984) foram categóricos ao afirmar que em seus experimentos as ovelhas geralmente preferiram aquele tratamento que lhes permitiu comer mais rapidamente.

Brancio *et al.* (2000a) observaram no Capim Tanzânia que a relação entre altura e disponibilidade não ficou muito clara, uma vez que nem sempre as maiores disponibilidades estavam associadas a maiores alturas, mas em termos percentuais, os animais pastejaram entre 40 e 50,5 da altura da pastagem.

Chacon *et al.* (1978), estudando as relações entre as características da pastagem, o comportamento de pastejo e crescimento de novilhos Hereford, encontraram que a disponibilidade de forragem, medida pela massa do bocado, e o conteúdo de nitrogênio e

digestibilidade *in vivo* da forragem no topo da pastagem foram os fatores mais importantes influenciando a performance dos novilhos. As melhores respostas foram observadas em pastagem submetidas a cargas menores porque os novilhos foram capazes de coletar a comida mais facilmente (maior massa de bocado) e puderam selecionar mais prontamente as partes das plantas mais nutritivas do topo da pastagem. Observaram também que numa mesma produção de forragem, a distribuição espacial da forragem (densidade da touceira e relação folha/colmo) e o valor nutritivo da forragem influenciaram fortemente o crescimento dos novilhos. Os animais foram incapazes de satisfazer suas necessidades alimentares em algumas pastagens de alta qualidade mas de baixa produção, mesmo aumentando o tempo de pastejo para compensar pela menor massa de bocado.

Cazcarra *et al.* (1995) mostraram também haver diferenças de comportamento entre categorias animais. Bezerros tenderam a manter o consumo, enquanto vacas e novilhas reduziram seu consumo na medida em que a altura da pastagem diminuiu. A massa do bocado diminuiu linearmente com a altura da pastagem, com o decréscimo sendo maior para animais maiores. Por outro lado, a taxa de bocados aumentou na medida em que a altura da pastagem diminuiu, mas em algumas situações os animais foram incapazes de aumentar o tempo de pastejo o suficiente para compensar pelas menores taxas de consumo, resultando em menor consumo de forragem.

Gibb *et al.* (1999) estudaram o efeito da altura da pastagem no comportamento de pastejo e consumo em vacas leiteiras lactantes e secas. Observaram um aumento dos movimentos mandibulares na medida em que a altura da pastagem diminuiu e, neste caso, também não houve compensação pela redução na massa de bocado e a taxa de consumo diminuiu linearmente. Os animais compensaram a redução na taxa de consumo aumentando o período total de pastejo e o número de bocados por dia. Como resultado, não houve diferença significativa da altura no consumo diário de matéria orgânica. O aumento de tempo gasto no pastejo na medida em que a altura diminuiu foi associado com a redução

no tempo gasto na ruminação, apesar dos níveis de consumo diário entre as alturas de pastagem terem sido semelhantes.

Para o Capim-Tanzânia também foi observado que a taxa de bocado e o tempo de pastejo compensam em parte mudanças na massa do bocado, mesmo quando as mudanças nas características da pastagem desfavorecem o consumo, de forma que o animal tende a permanecer com o consumo desejado. Todavia, nem sempre o animal consegue permanecer com os mesmos níveis de consumo o que, juntamente com o valor nutritivo da forragem, podem resultar em decréscimo na produção animal (Brancio *et al.*, 2000e).

Isso confirma os resultados de Alden e Whittaker (1970), Stobbs (1973) e de Minson (1983) que indicam a existência de uma massa de bocado crítica abaixo do qual o consumo é reduzido porque a limitação imposta pela disponibilidade e ingestão do alimento não pode ser compensada pelo aumento no tempo de pastejo.

Segundo Euclides *et al.* (1993) para pastagens de *P. maximum*, o desempenho animal é limitado pela disponibilidade de forragem quando a quantidade de matéria verde seca (MVS) é inferior a 900 kg/ha.

Outro ponto importante foi abordado por Roguet *et al.* (1998), que observaram um custo energético maior para animais mantidos em uma pastagem mais baixa. Este maior custo energético ocorreu porque os animais ajustaram seu comportamento de pastejo à diminuição dos recursos, aumentando o tempo gasto no pastejo e o número de bocados por estação de alimentação. Eles também reduziram o tempo gasto na movimentação entre estações de alimentação, usando menos passadas, caminhando a uma maior velocidade e pastejando mais tempo por dia.

Comportamento semelhante foi observado por Brancio *et al.*, (2000c) em várias espécies de *Panicum maximum* sob pastejo rotativo. Os autores observaram um tempo de pastejo variando entre 498 e 678 minutos diários, entretanto, houve pouca variação durante

o ano, apesar da disponibilidade da pastagem ter variado entre 2000 e 6000 kg de M.S. por hectare e a altura entre 25 e 80 centímetros.

Edwards *et al.* (1995) comentam que há um grande número de evidências que sugere que a relação entre massa de bocado e altura da superfície da pastagem é linear, mas não pode ser generalizada e já em 1976, Chacon e Stobbs entendiam que a consideração do consumo de forragem e disponibilidade como uma simples função da altura da pastagem não permite uma análise suficientemente complexa do funcionamento do processo de pastejo.

Outro exemplo desta situação foi dado por Gibb (1991), que observou que uma pastagem sob pastejo contínuo tornou-se heterogênea, com áreas relativamente altas e baixas, nas quais desenvolveram-se posteriormente perfilhos reprodutivos. O autor comenta que enquanto em experimentos de curto período de tempo os animais podem preferir pastejar pastagens mais altas, em experimentos mais longos demonstram que os animais pastejam mais freqüentemente nas áreas mais baixas da pastagem, porque as áreas mais altas são freqüentemente contaminadas com excreções ou são compostas de material mais maduro ou senescente. Portanto, o uso da altura da pastagem, assim como da biomassa de folhas verdes, como variáveis independentes podem ser inapropriadas, pois podem não representar a estrutura da pastagem efetivamente utilizada pelos animais (Penning *et al.*, 1994).

Laca *et al.* (1992) detalharam mais as relações entre massa de bocado e massa da forragem por unidade de área. Estas dependeriam das variações da massa de forragem em função da altura, da densidade, ou uma combinação destes dois fatores. Os autores observaram que novilhos obtiveram bocados mais pesados em pastagens altas e esparsas do que em pastagens baixas e densas. Esse resultado é explicado pelo mecanismo do bocado onde, em pastagens altas e esparsas, os animais podem explorar não só a altura do bocado, mas também atingir maiores áreas de bocado, resultando em bocados mais pesados. A altura da pastagem teve efeito positivo na área e no peso do bocado, entretanto,

os resultados sugerem que, mesmo em pastagens homogêneas, a disponibilidade não pode ser descrita com um único valor. É necessário conhecer a altura e a densidade da pastagem para prever a dimensão do bocado.

2.3.2 Considerações sobre outros aspectos da estrutura da pastagem

A intensidade de pastejo além de afetar a disponibilidade, afeta também a estrutura da pastagem, levando a modificações na composição química e mesmo na aceitabilidade dos componentes da pastagem (Moraes, 1984) e o entendimento das relações de causa e efeito entre as características das pastagens e o consumo animal requer um maior conhecimento dos componentes da estrutura da pastagem e sua influência nos mecanismos do processo de pastejo (Hodgson, 1985).

A competição entre plantas e a seleção de forragem pelos herbívoros são fortemente influenciadas pelo padrão horizontal da pastagem. Há evidências que indicam que tanto a dinâmica da comunidade de plantas quanto a estratégia dos herbívoros depende da estrutura horizontal. Tipicamente, pastagens são especialmente heterogêneas por que os recursos são localizados e as características das plantas diferem entre os locais. Pastagens com uma mesma massa total de forragem e composição botânica podem variar largamente na estrutura espacial horizontal (Laca e Lemaire, 2000).

Segundo Laca *et al.* (1994), embora a resposta funcional de animais em pastejo seja usualmente descrita como uma função da biomassa de forragem disponível por unidade de área, é a estrutura do dossel que determina as taxas de consumo.

Com efeito, longos períodos de pastejo, indicativo da dificuldade de satisfazer os requerimentos nutritivos, foram observados em vacas pastejando pastagens tropicais, mesmo quando grandes quantidades de alimento estavam disponíveis (Stobbs, 1970), o que auxilia no embasamento da premissa de que a estrutura do dossel das pastagens pode ser

um fator importante influenciando a facilidade de apreensão da forragem (Stobbs, 1973; Euclides, 1989).

As características das pastagens como produção e peso da forragem por unidade de altura, particularmente do componente folhas, pode influenciar o comportamento de pastejo e a qualidade e quantidade de alimento consumido (Stobbs, 1975). Animais em pastejo selecionam não somente diferentes espécies de plantas como também maior quantidade de folhas verdes dessas plantas. A distribuição de folhas dentro do dossel das plantas forrageiras exerce uma grande influência no consumo, sobretudo em pastos tropicais (Carvalho, 1997) e outras características estruturais como a relação folha/colmo, proporção de folhas verdes, presença de material morto e inflorescências são igualmente importantes (Stobbs, 1973).

Chacon e Stobbs (1976) observaram que foi a presença e densidade de folhas no horizonte que é pastejado que determinou o nível de consumo diário de forragem. Em outro experimento, Chacon *et al.* (1978) também observaram que os animais pastejaram preferencialmente folhas, principalmente do topo da pastagem, e que as dietas contiveram mais de 60% de folhas. Concluíram que a distribuição da forragem dentro da pastagem, em particular a densidade de folhas e de material verde e as proporções de folha e colmo na pastagem, foram os principais fatores influenciando o conteúdo de folhas e de nitrogênio da dieta selecionada.

Laredo e Minson (1973) observaram que a média de consumo voluntário de folhas foi 46% maior do que de colmos, mesmo quando estes tinham uma digestibilidade ligeiramente melhor que a das folhas. O maior consumo de folhas foi associado com uma menor taxa de retenção da matéria seca no retículo-rúmen que aparentemente foi causada pela maior superfície da fração folha disponível para a degradação pelas bactérias.

Brancio *et al.* (2000b), estudando o Capim Tanzânia sob pastejo rotativo, também observaram uma alta preferência dos animais por folhas, sendo capazes de selecionar uma dieta contendo uma média de 92,4% de folhas verdes, mesmo com os tratamentos

apresentando grandes variações nas proporções de folhas, colmos e material morto ao longo do ano. Entretanto, no caso específico das gramíneas em touceira, é importante considerar que a estrutura aberta do dossel permite um acesso fácil a todos os níveis dentro do pasto, ao contrário do dossel tipicamente fechado de grande parte das gramíneas de clima temperado (Pereira, 1991).

O valor nutritivo da forragem diminui com a profundidade e o estrato superior do qual o animal seleciona a maior parte de seu alimento é também de maior digestibilidade (Stobbs, 1975; Humphreys, 1991). Na medida em que as folhas do topo da pastagem são as primeiras a serem removidas, a quantidade e a qualidade da dieta selecionada pelos animais em pastejo depende da intensidade da desfolhação (Chacon e Stobbs, 1976).

Em pastagens submetidas a baixas cargas, onde a produção de forragem supera o consumo, tende a ocorrer acumulação de material morto e de colmos, resultando em um menor valor nutritivo. Também há uma maior heterogeneidade da pastagem, comparada com pastagem pastejadas mais intensamente, o que leva a um nível maior de discriminação e, conseqüentemente, à dificuldade em selecionar partes de plantas mais desejadas (Chacon e Stobbs, 1976; Chacon *et al.*, 1978).

Kim *et al.* (2001) estudaram o consumo de forragem e produção de leite em três níveis de oferta de forragem em azevém perene. Observaram que cerca de 29, 36 e 52% da biomassa ofertada foi removida pelo pastejo respectivamente nos níveis de oferta alto, médio e baixo. O material folhar verde foi muito mais afetado pelo pastejo do que o material morto e as bainhas das folhas. Uma correlação positiva altamente significativa foi observada entre a oferta de forragem e a proporção e densidade de folhas verdes na pastagem após o pastejo. A produção de leite também diminuiu com a diminuição de oferta.

O modo como a estrutura da pastagem interfere no consumo é através da alteração do volume/massa do bocado, da taxa de bocado e do tempo de pastejo (Allden e Whittaker, 1970). Dentro de um limitado espectro, os animais em pastejo podem ajustar as reduções de pastejo causadas pela pastagem pelo aumento na taxa de bocado ou pelo aumento do

tempo de pastejo diário. Acima destes limites de comportamento compensatório, a massa do bocado se torna a variável mais importante no controle do consumo (Chacon e Stobbs, 1976).

O arranjo das partes da planta tanto no plano horizontal quanto vertical, influencia a capacidade do animal de selecionar e apreender o material em oferta e isto tem efeito sobre a quantidade média de material forrageiro ingerida em cada bocado. Isto pode representar uma limitação à performance animal (Humphreys, 1991). Em algumas pastagens tropicais, a massa do bocado apreendido pelos animais pode limitar o consumo de forragem, sendo que os principais fatores relacionados a isto são a densidade da pastagem, o conteúdo de colmos e a taxa de folhas por altura (Stobbs, 1973).

Com efeito, Brancio *et al.* (2000d) observaram uma tendência em aumentar a taxa de bocados na estação seca, provavelmente devido a maior proporção de material morto na pastagem neste período e a conseqüente maior dificuldade em selecionar o material preferido.

Também a presença de colmos e pseudocolmos, bem como de folhas mortas nos estratos inferiores da pastagem podem dificultar o processo de formação do bocado e portanto, a distribuição espacial e altura destes órgãos são importantes determinantes da desfolhação (Arias *et al.*, 1990; Burlingson *et al.*, 1991; Laca e Lemaire, 2000;), sendo que os animais são relutantes em penetrar o estrato inferior da pastagem a menos que haja alguma vantagem específica para a seleção de algum componente preferido, tal como folhas verdes ou leguminosas (Gong *et al.*, 1996). Entretanto, a profundidade do bocado parece ser limitada pelas propriedades inerentes do colmo e não pela alta densidade associada com o horizonte dos colmos. Quando a pastagem é curta e densa, os colmos se constituem em uma barreira difícil para o animal, mas esta limitação não acontece quando os colmos são longos e esparsos, como em pastagens tropicais em estados fenológicos tardios, quando os animais podem empurrar os colmos para o lado e acessar as folhas (Flores *et al.*, 1993).

2.4 *Arachis pinto* Krap. & Greg. cv. Amarillo.

O gênero *Arachis* é membro da família Leguminosae-Papilionoidea (Fabaceae, *sensu stricto*), tribo Aeschynomeneae, subtribo Stylosanthinae (Rudd, 1991 citado por Valls e Simpson, 1994). O *Arachis pinto* pertence a série *caulorrhizae* e ainda há dúvidas quanto a sua correta taxonomia. Trabalhos taxonômicos estão em andamento para validação do seu nome científico, mas atualmente tem se utilizado o nome *Arachis pinto* Krap. & Greg., Apesar de ser um nome sem a descrição formal em latin (Valls e Simpson, 1994).

É originário da América do Sul, o gênero *Arachis* se encontra distribuído ao leste dos Andes, entre os rios Amazonas e Bacia do Prata (Alves, 1996). O cultivar Amarillo corresponde ao acesso CIAT 17434 (Alves, 1996) que foi coletado em 1954 na costa do Brasil, entre a foz do rio Jequetinhonha e a cidade de Belmonte e registrado em 1989 (Cook *et al.*, 1990).

É uma leguminosa herbácea perene, de hábito de crescimento rasteiro e estolonífero, altura de 20 a 40 cm e raiz pivotante (Alves, 1996), sendo persistente e produtivo tanto em ambientes tropicais quanto subtropicais, desde o nível do mar até 1800 m de altitude e sob precipitações entre 1500 a 3500 mm. Além disso, cresce bem em solos de fertilidade moderada, se adapta a uma ampla gama de texturas e é tolerante a solos ácidos e a altas saturações de alumínio. Entretanto, é altamente específico no seu requerimento de rizobium (Cook *et al.*, 1990).

O florescimento é indeterminado contínuo, iniciando-se entre 3 a 4 semanas após a emergência das plântulas e persistindo por todo o período de crescimento (Cook *et al.*, 1990). A produtividade de sementes é variável nas diferentes regiões. A formação das sementes ocorre abaixo do nível do solo e a maioria se solta das plantas, dificultando a colheita (Alves, 1996).

Apesar de terem sido identificadas diversas doenças que o atacam, até o momento não tem sido observada limitação à sua produção. As pragas mais comuns que atacam esta leguminosa são crisomélidos que consomem as folhas, formigas e algumas larvas de lepidópteros, mas normalmente a presença destas pragas ocorre de forma localizada e não afeta sua persistência e produtividade (Rincon *et al.*, 1992).

Segundo Fisher e Cruz (1994) o arachis apresenta limitada capacidade de acumular matéria seca. Isto, aliado a boa cobertura de solo que a espécie proporciona devido ao rápido desenvolvimento de um alto índice de área foliar, claramente define a espécie como uma planta para pastejo ou para cobertura do solo e não para corte.

De fato, o arachis tem sido recomendado para a cobertura de solos em cultivos perenes na Austrália, Bolívia, América Centra e Brasil e sua capacidade de cobertura do solo tem implicado em significativa redução de custos de manejo do cultivo, devido a menor competição com plantas invasoras e a fixação de nitrogênio (Alves, 1996).

O arachis produz também forragem verde palatável para animais. Do ponto de vista de qualidade, é aceita como uma boa forrageira e o conteúdo de proteína bruta e a digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica é geralmente igual ou melhor do que outras leguminosas forrageiras tropicais (Valls e Simpson, 1994).

Ao mesmo tempo possui diversas características que contribuem para o sucesso de seu uso em pastagens consorciadas com gramíneas, a ponto de ser considerado como a leguminosa mais tolerante ao pastejo já testada nos trópicos úmidos (Ibrahim e t'Mannetje, 1998) e a melhor leguminosa herbácea atualmente disponível para pastagens consorciadas na região do tropico úmido da Costa Rica (Hernandez *et al.*, 1995).

Entre os fatores que favorecem a persistência deste genótipo em áreas de pastagens está a excelente capacidade de rebrote (Viana *et al.*, 1998; Valentim, 1997), aliada a produção de alta quantidade de estolões que se estabelecem agressivamente e formam plantas independentes. Estes estolões, por sua vez, são prostrados e protegem os pontos de crescimento do acesso dos bovinos (CIAT, 1992; Fisher e Cruz, 1994). Adicionalmente, o

florescimento contínuo durante o ano proporciona a formação de uma reserva de sementes no solo (CIAT, 1992) avaliada em cerca de 300kg/ha na camada entre 0 e 20 cm (Barcelos *et al.*, 1996).

Adicionalmente existe a habilidade do arachis de não apenas tolerar a sombra, mas crescer melhor em condições de sombreamento do que a pleno sol, onde apresenta maior temperatura foliar e menor área foliar e área foliar por unidade de massa foliar (CIAT 1991). Esta característica ajuda a explicar a sua habilidade de competir e crescer em associação com gramíneas que aparentemente seriam competidores por luz (Fisher e Cruz, 1994) e é potencializada por outra habilidade, a de competir vigorosamente pelo fósforo disponível (Fisher e Cruz, 1994) e de adquirir fósforo a partir de formas menos disponíveis (Rao *et al.*, 1999). Entretanto, aplicações pesadas de nitrogênio podem levar ao seu desaparecimento pela virtual eliminação da interceptação de luz (Fisher e Cruz, 1994).

Em termos de produção de matéria seca sob cortes, experimentos têm demonstrado produtividades entre 23,5 e 37,8 t/ha com cortes efetuados entre 5 e 10 cm e intervalos de 14 a 35 dias. Essa é uma produção relevante e tem sido obtida sem comprometer o stand de plantas (Viana *et al.*, 1998; Wendling *et al.*, 1999).

Em consorciação com gramíneas e sob condições de pastejo os resultados de produção de matéria seca e de desempenho animal são variados, mas há unanimidade quanto as observações de que de que intensidades de pastejo médias ou altas favorecem a persistência e produção do arachis e de que a presença do arachis melhora o desempenho animal (Hernandez *et al.*, 1995; Gonzalez *et al.*, 1996; Ávila e Urriola, 1998; Cipagauta *et al.* 1998; Ibrahim e t'Mannetje, 1998; Pezo e Ibrahim, 1999).

Fisher e Cruz (1994), avaliando uma pastagem consorciada de *Brachiaria dictyoneura* com *A. pinto*, com pastejo rotativo com períodos de ocupação de 3 dias e meio e 35 dias de descanso, observaram um ganho de peso médio de 630 g/dia com uma participação do arachis entre 30 e 50% da biomassa. Observaram que foi possível manter um balanço satisfatório entre as espécies e o fator que aparentemente foi responsável por

isso são as características do arachis que lhe permitem tolerar a competição e resistir aos danos causados pelos animais.

Hernandez *et al.* (1995) observaram que a inclusão do arachis aumentou o ganho animal por área entre 11 e 30%, enquanto Cipagauta *et al.* (1998) mediram um aumento na produção de leite de 23% quando comparado com pastagens puras de *Brachiaria decumbens*.

Também em consorciação com braquiárias, Cook *et al.* (1990) encontraram produções de 5,2 e 9,6 t/ha de matéria seca. A digestibilidade *in vitro* às 6 semanas foi de 73%, o teor de proteína bruta de 19% e os animais, pastejando em uma lotação média de 2,4 animais/ha ganharam uma média de 515g por dia durante mais de 594 dias.

Gonzalez *et al.* (1996) observaram que a introdução de arachis em uma pastagem de Estrela Africana (*Cynodon nlemfuensis*) aumentou o consumo de matéria seca, o conteúdo de proteína bruta e a digestibilidade da pastagem, implicando em um incremento de 14,2% na produção de leite, comparado com a pastagem de gramínea pura.

Em uma associação com *B. dictyoneura*, Santana *et al.* (1998) obtiveram uma consorciação estável com 8% de participação do arachis e um ganho médio diário de 547 g/an/dia, enquanto que Barcelos *et al.* (1996), trabalhando com arachis e *Paspalum atratum* sob duas intensidades de pastejo (6 e 12%) encontraram ganhos médios diários de 697 e 687 e ganhos por hectare de 545 e 793, respectivamente para lotações de 1,95 e 3,62 UA/ha.

2.5 *Panicum maximum* Jacq, cv. Tanzânia-1

O *Panicum maximum* Jacq é uma espécie originária da África e Índia e tem sido amplamente distribuída nas regiões tropicais e subtropicais devido às suas excepcionais qualidades como forrageira. Foi introduzida no Brasil durante o período de colonização

através de navios negreiros (Sousa *et al.*, 1996) e, atualmente, plantas desta espécie são encontradas em praticamente todo o território nacional (Kissmann, 1997).

Em 1982 a Embrapa iniciou um trabalho de seleção com acessos de *P. maximum* coletados no Leste da África. A coleção foi estudada pela Embrapa Gado de Corte onde foram determinadas a produção forrageira, qualidade, produção de sementes, época e intensidade de florescimento, potencial de adaptação, potencial de recuperação após o corte e a estacionalidade da produção forrageira. A partir dos resultados foram selecionados 25 acessos que apresentaram o melhor desempenho em todas essas características agronômicas, e que ainda representassem a divergência morfológica da coleção. Estes 25 acessos superiores foram avaliados em uma rede de ensaios regionais em sete localidades e os sete melhores acessos foram avaliados em piquetes com animais. Ensaios posteriores incluíram avaliações de desempenho animal. O conjunto dessas avaliações, além das de exigência em fertilidade e susceptibilidade a pragas e doenças, levou ao lançamento da cultivar Tanzânia-1 em 1990 (Embrapa-CNPGC, 2001).

O Capim Tanzânia é uma planta perene, reproduzida por sementes e de forma vegetativa. De porte médio e hábito cespitoso, forma touceiras com 1,3 m de altura e possui folhas decumbentes com 2,6 cm de largura. As folhas e bainhas não apresentam pilosidade nem cerosidade. Os colmos são suavemente arroxeados e mesmo quando velhos, não são rejeitados pelos animais, o que normalmente acontece com as touceiras de colonião e tobiatã. As inflorescências são panículas com espiguetas arroxeadas, sem pilosidade e semelhantes às do capim-colonião comum e o florescimento está concentrado em abril-maio com os rendimentos de sementes podendo variar de 100 a 200 kg/ha (Valentim e Moreira, 1994; Souza *et al.*, 1996; Costa *et al.*, 2002; Valle, 2002).

O Tanzânia, assim como outros capins do gênero *Panicum* como o Colonião, o Mombaça e o Tobiatã, pela sua melhor qualidade e por serem oriundos de solos férteis da África, exigem solos naturalmente férteis ou solos pobres recuperados após a colheita de lavouras anuais (Souza *et al.* 1996; Embrapa – CNPGC, 2001; Valle, 2002). Em solos com 5

a 8 ppm de fósforo apresenta excelente vigor no estabelecimento, cobrindo o solo rapidamente e quando em consorciação com leguminosas é capaz de obter em torno de 37% do nitrogênio necessário ao seu crescimento via fixação biológica (Costa *et al.*, 2002).

O plantio pode ser em sulcos espaçados de 0,5 a 1,0 m entre si ou a lanço. A profundidade de plantio deve ser de 1,5 a 4,0 cm, utilizando-se 1,8 kg de sementes puras viáveis por hectare (Costa *et al.*, 2002; Valle, 2002). Quando em consorciação com leguminosas, o plantio pode ser feito a lanço ou em linhas espaçadas de 1,0 a 1,5 m.

Em solos ácidos, recomenda-se a aplicação de calcário e a adubação potássica deve ser realizada quando os teores deste nutriente forem inferiores a 35 ppm. Para fósforo, o nível crítico interno relacionado com 90% da produção máxima de matéria seca foi estimado em 2,14 g de fósforo/kg de matéria seca (Costa *et al.*, 2002).

Ocorrendo boa formação da pastagem e as condições climáticas forem favoráveis, a pastagem pode ser oferecida ao gado cerca de 90 a 120 dias após a semeadura, ou quando as plantas atingirem entre 80 e 120 cm de altura (Costa *et al.*, 2002; Valle, 2002).

Forrageira de fácil manejo, medianamente resistente a pragas como a cigarrinha das pastagens e certas doenças, é indicada tanto para pastejo extensivo quanto para intensivo sendo também uma boa opção para a produção de feno (Souza *et al.* 1996; Embrapa-CNPGC, 2001).

Conсорcia-se bem com leguminosas como puerária, desmodio, stylosanthes, centrosema, calopogônio, entre outras, e é bem aceito por bovinos, bubalinos, caprinos e ovinos. Além disso, devido ao porte médio e menor fibrosidade dos colmos, não apresenta muita rejeição de consumo após o florescimento como ocorre com as touceiras de Tobiatã e Colonião (Costa *et al.*, 2002).

Euclides (2000), analisando a qualidade das forrageiras mais utilizadas no Brasil e seus efeitos limitantes na produção de animal, caracterizou as gramíneas do gênero *Panicum*, entre estas o Tanzânia, como pertencentes ao grupo de alta qualidade, ao lado de

espécies do gênero *Cynodon* (Estrela, Coastcross e tiftons) e *Pennisetum* (Cameroon, Napier e Anão).

A cultivar apresenta características destacadas em relação às demais disponíveis no mercado. Quando comparada com o Colonião tradicional, apresenta produção de folhas maior, produtividade de sementes 30 a 40% superior, ganho em peso por área 37% superior e maior facilidade de manejo, em razão de seu menor porte e do alto percentual de folhas. Também proporciona maior cobertura do solo, variando entre 60 e 80%, e a maior percentagem de folhas sugere melhor qualidade e maior potencial de aproveitamento da forragem pelos animais (Embrapa-CNPGC, 2001).

Beretta *et al.* (1999) estimaram a taxa de crescimento diário no período chuvoso em 97,6 kg de matéria seca por hectare por dia, enquanto trabalhos realizados com corte e pastejo revelaram produções de matéria seca de até 20 toneladas de matéria seca, com uma alta percentagem de folhas, variando entre 67 e 80% (Cecato *et al.*, 1996 Costa *et al.*, 2002; Embrapa-CNPGC, 2001). Costa *et al.* (2002) ressaltam ainda uma produção no período seco de 10,5% do rendimento anual de forragem, desempenho este três vezes superior ao do colonião comum.

Cecato *et al.* (1996), trabalhando com cortes e avaliando diferentes genótipos de *P. maximum* (Colonião, Tobiata, Aruanã, Mombaça, Centenário, Tanzânia, KK8 e K249), observaram que o Tanzânia foi um dos melhores genótipos com relação à distribuição da proteína bruta durante o ano. Dados na literatura indicam que a proteína bruta varia entre 8 e 13% e a digestibilidade entre 55 e 70% (Cecato *et al.*, 1996; Euclides *et al.*, 1996; Embrapa-CNPGC, 2001; Costa *et al.*, 2002).

Com relação à lotação e produção animal, trabalhos de pastejo realizados na estação chuvosa nas Regiões Centro-Oeste e Norte do Brasil apontam para lotações médias variando entre 1 a 2,3 UA/ha em métodos de pastejo contínuo e entre 2,8 a 7,5 UA/ha para pastejo rotacionado. Os ganhos médios diários por animal situam-se entre 500 e

820 g e os ganhos de peso vivo por hectare entre 300 e 600 kg (Euclides, 1999; Euclides, 2001; Embrapa – CNPGC, 2001; Costa *et al.*, 2002).

2.5 CONSIDERAÇÕES SOBRE PASTAGENS CONSORCIADAS

Spain (1995) detalha as vantagens da consorciação com leguminosas como sendo: a melhoria da qualidade da forragem disponível, principalmente na época seca; o aumento da produção de forragem pela contribuição direta da leguminosa e pelo aumento da produção da gramínea; redução dos problemas com ervas daninhas e com custos de manutenção; aumento da atividade biológica no solo e na cobertura morta; maiores taxas de mineralização da matéria orgânica e, portanto; maior disponibilidade de nitrogênio, fósforo e enxofre; melhoria na fertilidade do solo devido à fixação biológica de nitrogênio e ao aumento da disponibilidade de nutrientes, acumulados em matéria orgânica com baixa relação carbono:nitrogênio; utilização mais eficiente de nutrientes, luz e água devido a épocas e hábitos de crescimento diferenciados, com as espécies ocupando diferentes espaços, interceptando luz diferenciada e explorando diferentes profundidades do solo através do sistema radicular.

Segundo Pereira (2001) são incontestáveis os benefícios técnicos, econômicos e ambientais promovidos pelas leguminosas na pastagem. Seu uso possui forte demanda potencial em sistemas com menor aporte de insumos nas regiões tropicais, principalmente na recuperação de pastagens degradadas ou para melhorar a sustentabilidade das pastagens, mas a principal expectativa do uso de leguminosa é a possibilidade de melhoria da produção animal, aliada a uma redução dos custos de produção decorrente da diminuição de adubações com nitrogênio mineral.

A produção animal em pastagens muitas vezes tem sido determinada pela contribuição de leguminosas, já que o suprimento de nitrogênio normalmente é o principal

fator limitante dentro do sistema solo-planta-animal (Maraschin, 1997). Especificamente sobre o *P. maximum* em monocultivo, Zotarelli *et al.* (1997) observaram que uma das principais causas da redução da sua produção é a baixa disponibilidade para as plantas do nitrogênio do solo, devido à alta relação C:N da liteira depositada no solo.

É justamente este potencial das leguminosas tropicais, de fornecer nitrogênio para atender as suas exigências, as das gramíneas associadas e a das culturas subsequêntes que é o alicerce da estratégia de pastagens consorciadas nos trópicos úmidos e semi-úmidos (Spain, 1995).

Segundo Pereira (2001) a transferência do nitrogênio das leguminosas para a pastagem se dá principalmente pela transferência direta através da excreção de compostos nitrogenados, pela decomposição de raízes e nódulos, pela decomposição de resíduos de folhas e caules (liteira) e através de fezes e urina.

Por sua vez, este nitrogênio fixado biologicamente pode contribuir direta ou indiretamente para a produção final da pastagem. Diretamente, melhora a qualidade da dieta animal, o que se verifica com leguminosas de alta palatabilidade. Indiretamente, a contribuição se dá através da transferência de nitrogênio para a gramínea associada, refletindo em melhoria de atributos forrageiros, como teor de proteínas e maior capacidade produtiva, o que se traduz por maior capacidade de suporte (Cantarutti e Boddey, 1997; Frame e Newbound, 1986).

Os benefícios do uso de leguminosas para aumentar a produção animal são bem documentados na literatura, mas apesar dos bons resultados obtidos em experimentos, a adoção de leguminosas por fazendeiros é limitada, em parte, pela falta de persistência sob pastejo dos cultivares comerciais (Lascano, 1994; Pereira 2001).

Para Spain (1995), algumas das barreiras à adoção de leguminosas são a inexistência de germoplasma adaptado para algumas regiões, o conhecimento inadequado do manejo de pastejo de pastagens consorciadas, a falta de credibilidade pelos fracassos no passado e as condições de mercado e da economia. Ao mesmo tempo, o autor comenta

também sobre as poucas desvantagens no uso de pastagens consorciadas como sendo a maior dificuldade de estabelecimento e manejo, menor potencial de produção de forragem por unidade de área que pastagens de gramíneas adubadas com altas doses de nitrogênio, e a possibilidade de acidificação do solo pela fixação de maiores quantidades de nitrogênio.

A instabilidade no balanço entre gramíneas e leguminosas é um problema importante em pastagens tropicais e é certamente um dos maiores fatores limitando os níveis de produção animal (Maraschin e Jacques, 1993; Lascano 1994, Hay *et al.*, 2000).

Hodgson (1999) sugere que as metas para a pesquisa em ecologia de sistemas deveriam ser o melhoramento da produtividade e estabilidade da produção e o melhoramento da estabilidade do balanço entre gramíneas e leguminosas. Neste sentido, o entendimento dos processos envolvidos na dinâmica de comunidades em pastagens proporciona bases conceituais para a manipulação da composição botânica de pastagens cultivadas, especialmente na direção da manutenção de uma leguminosa forrageira (Humphreys, 1997) e o monitoramento de mudanças através do tempo usando amostragens repetidas é um método comumente usado para detectar efeitos ambientais e de manejo sobre a composição botânica de uma pastagem (Whalley e Hardy, 2000).

Um problema fundamental nas pastagens consorciadas de leguminosas e gramíneas reside no fato de que as leguminosas, que são espécies C3, precisam se associar e formar associações estáveis a longo prazo com as gramíneas, que são C4 e que por serem mais eficientes do ponto de vista fotossintético, possuem maior taxa de crescimento. Em decorrência, as leguminosas levam grande desvantagem na competição com as gramíneas, no sentido de se manterem persistentes na pastagem (Fischer e Cruz, 1994). Além disso, as diferenças observadas entre gramíneas e leguminosas quanto a taxa de crescimento, morfogênese, padrão de sistema radicular, exigências nutricionais, mecanismos para manutenção da população, tolerância a estresses edafoclimáticos, palatabilidade relativa, tolerância ao pastejo, entre outras características inerentes à planta, são determinantes para compatibilidade entre as espécies (Pereira, 2001).

Em função destas características, Fischer e Cruz (1994) afirmam que uma mistura entre uma gramínea tropical e uma leguminosa caminhe inexoravelmente em direção a uma total dominância da gramínea, a não ser que ocorra alguma das seguintes situações:

- a) A gramínea tenha uma taxa de crescimento baixa, semelhante à leguminosa, seja em função da característica própria da gramínea ou devido a algum fator externo que limite sua taxa de crescimento, como por exemplo um baixo nível de nitrogênio no solo. Neste caso a gramínea depende da leguminosa associada para fornecer o nitrogênio e seu crescimento é condicionado a isto. Um menor recrutamento da gramínea através de um comportamento não estolonífero é também um fator importante;
- b) A leguminosa compete com a gramínea por outros fatores além de espaço, como por exemplo potássio e fósforo;
- c) A composição da pastagem seja alterada em uma direção desejada pelo uso de ferramentas de manejo como fogo, tratos culturais e níveis de fertilização em épocas específicas; e
- d) Animais em pastejo selecionam preferencialmente as gramíneas.

O manejo de pastagens consorciadas também não é simples. Os componentes da pastagem interagem entre si de maneira complexa e variada, geralmente competindo por diversos recursos ambientais. O animal, por sua vez, pasteja seletivamente e a sua preferência varia no tempo, de acordo com a atuação de fatores que influenciam a palatabilidade e qualidade nutritiva das plantas, como por exemplo, características morfológicas, estado fisiológico do desenvolvimento das plantas e fatores edáficos e climáticos (Spain 1995). Esta seletividade de partes de plantas e espécies pode afetar a produtividade relativa, a persistência das espécies presentes e a invasão de espécies indesejáveis (Hart e Hoveland, 1989).

Técnicas de manejo, como a intensidade e o sistema de pastejo também afetam o equilíbrio entre as espécies componentes e a produtividade da pastagem (Maraschin, 1986; Simão Neto, 1986) e segundo Pereira (2001) algumas leguminosas apresentam maior tolerância à carga excessiva em função de atributos morfogênicos próprios, enquanto outros são extremamente sensíveis, sofrendo exclusão na maioria das vezes irreversível da pastagem. Como exemplo disto, existem os trabalhos realizados com espécies tropicais por Santana *et al.* (1987) e Stobbs (1969 apud Spain, 1995), que observaram que o pastejo contínuo associado a pressões de pastejo moderadas favoreceu a leguminosa, e os resultados obtidos por Maraschin e Mott (1989), que também observaram um favorecimento da leguminosa em uma situação de alta disponibilidade de forragem, entretanto aliado a longos períodos de descanso.

Roberts (1974) resumiu o efeito da intensidade de pastejo sobre a composição botânica da pastagem da seguinte forma: Em uma situação de baixa intensidade de pastejo, as espécies mais altas suprimem as espécies de menor porte. Em uma situação de alta intensidade de pastejo, as espécies de menor habilidade para suportar desfolhações serão eliminadas. Em ambas as situações, o reflexo sobre o ganho médio animal dependerá do valor alimentar das espécies restantes.

A estrutura vertical da pastagem também é um fator importante em pastagens consorciadas, na medida em que influencia a competição inter-espécie por luz, bem como interfere no acesso e seletividade dos componentes e o padrão de pastejo (Schulte e Latinga, 2002).

Carrère *et al.* (2001) estudaram um consórcio de azevem perene e trevo branco sob pastejo contínuo. Na primavera as folhas de azevem foram mais desfolhadas do que as folhas de trevo-branco, enquanto o inverso foi observado no verão. A proporção entre as folhas de trevo-branco e de azevem pastejadas foi negativamente correlacionadas com as diferenças entre a altura da superfície do azevem e do trevo branco. Os resultados mostraram que a desfolhação diferencial pelas ovelhas das folhas de azevem perene e trevo

branco varia de acordo com a sua distribuição vertical e que mesmo pequenas diferenças na altura da superfície da pastagem entre a mistura de azevém perene e trevo-branco pode afetar a seleção da dieta por ovelhas de forma marcante.

O processo de seleção pelo animal tem sido um dos fatores do pouco sucesso nas tentativas de se desenvolver associações de leguminosas em comunidades de gramíneas altas de touceira (Hodgson, 1999). No entanto, Costa *et al.* (2002) reportam que o Capim-Tanzânia 1 consorcia-se bem com leguminosas como puerária, desmódio, *stylosanthes*, *centrosema*, *calopogônio* entre outras, enquanto Hernandez *et al.* (1995) afirmam que entre as leguminosas forrageiras tropicais, o amendoim forrageiro vem ocupando um lugar de destaque por apresentar associações estáveis com gramíneas vigorosas C4, sob pastejo intensivo, durante períodos superiores a 10 anos e aumentando a produtividade em relação a pastagens de gramíneas puras.

Fischer e Cruz (1994) por sua vez, relatam que muitas das características do *A. pinto* são similares às do trevo branco e claramente o aproximam de um biótipo ideal de leguminosa para pastejo. Segundo os autores a espécie é resistente ao pastejo em função dos seus estolões decumbentes, os quais também permitem que colonize rapidamente áreas de solo descoberto e, além disso, é capaz de se regenerar por sementes, fragmentos de raízes e estolões, o que contribui para sua habilidade de resistir aos efeitos de um manejo inadequado. Tem capacidade de competir vigorosamente por fósforo e, além disso, sua habilidade de tolerar sombreamento e até mesmo crescer melhor na sombra explica a sua capacidade de competir e crescer em associação com gramíneas que aparentemente seriam competidoras por luz. Como contraponto, comentam que o *arachis* parece ser mais sensível que as gramíneas quanto à quantidade de material foliar residual como um determinante primário para a capacidade de crescimento após pastejo.

3 METODOLOGIA

Este trabalho fez parte de um projeto para recuperação de áreas de pastagens degradadas através do plantio direto e da Integração lavoura-pecuária, desenvolvido em parceria pela Universidade Federal do Paraná – UFPR, Universidade Estadual de Maringá – UEM e Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR, contando com apoio e suporte financeiro das empresas Monsanto do Brasil Ltda, Semeato S.A. e Berthoud Ltda.

3.1 LOCAL

O experimento foi conduzido em uma propriedade particular denominada Fazenda Boa Esperança, situada no Município de Mandaguaçu, PR. A área está localizada na região fisiográfica do Terceiro Planalto Paranaense, no Noroeste do Estado do Paraná, em uma altitude média de 590 m.

3.2 CARACTERIZAÇÃO EDAFO-CLIMÁTICA

Segundo classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cfa, subtropical úmido, mesotérmico, com verão quente, geadas pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão (Corrêa, 1996). A média histórica das precipitações anuais é de 1200 a 1500 mm, sendo que o trimestre mais chuvoso ocorre no verão, com uma média de 400 a 500 mm e o menos chuvoso ocorre no inverno, com uma média de 150 a 250 mm (Brondani *et al.*, 1991). Na Figura 1 são apresentados os dados de balanço hídrico da região durante o período experimental.

O solo da área é representativo da Região do Arenito Caiuá, caracterizado como um Podzólico Vermelho Amarelo Distrófico de textura arenosa e suavemente ondulado. Na Tabela 1 são apresentados os dados de composição química média do solo na área experimental.

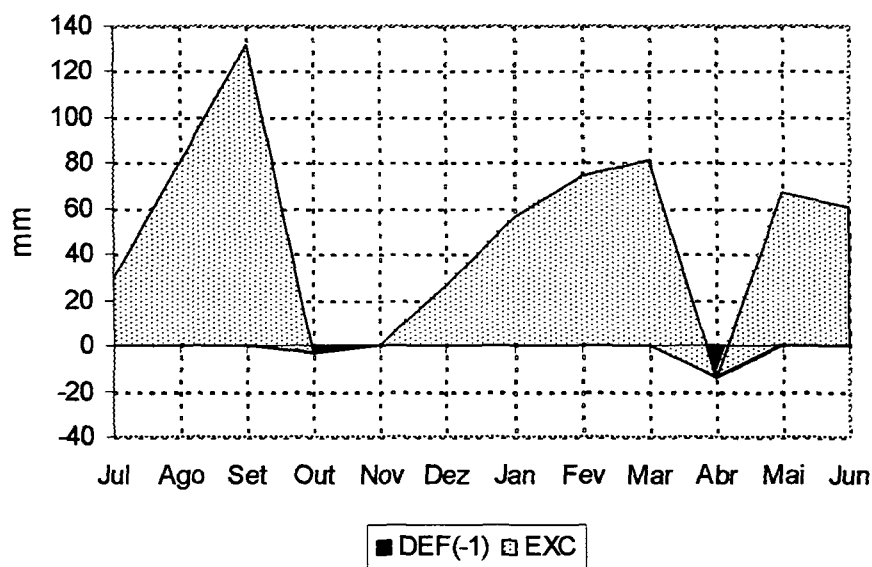


FIGURA 1 - Balanço Hídrico Mensal segundo o método de Thornthwaite-Mather (1955) no período de julho de 2000 a junho de 2001. Dados da Estação do IAPAR do município de Paranavaí.

TABELA 1 - Composição química média do solo da área experimental (outubro de 2000).

Profundidade	pH	Al ³⁺	H+Al	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	T	P	C	V
cm	CaCl ²	cmolc/dm ³						mg/dm ³	g/dm ³	%
0 - 2,5	5,20	0,00	2,68	2,01	1,30	0,35	6,34	37,20	10,86	57,53
2,5 - 5	5,17	0,07	2,79	1,60	1,03	0,36	5,79	23,31	8,81	51,76
5 - 10	5,02	0,17	3,02	1,26	0,94	0,38	5,60	22,92	6,75	46,17
10 - 20	4,94	0,19	3,12	1,26	0,72	0,85	5,41	10,74	4,83	42,63

3.3 HISTÓRICO DA ÁREA E TRATAMENTOS PRÉ-EXPERIMENTAIS

Inicialmente a área consistia de uma pastagem degradada onde predominava a espécie *Paspalum notatum* var. *notatum* (Kissmann, 1997) utilizada sob pastejo contínuo. Em 1997 a área foi cultivada em seqüência, através do plantio direto, com as culturas de soja (*Glycine max* L.) no verão e com aveia (*Avena strigosa* Schereb) consorciada com ervilhaca (*Vicia sativa* L.) no inverno. Em 1998, a cultura de verão utilizada foi o milho (*Zea*

mays L.) e no inverno a área foi cultivada com um consórcio de aveia preta e ervilha forrageira (*Pisium arvense* L.) e utilizada sob pastejo contínuo (Grise, 2000). Durante este período a área foi adubada em função das análises do solo e levando em consideração as exigências das culturas.

Na seqüência destes cultivos, na primavera de 1998, uma pastagem de arachis (*Arachis pinto* cv. Amarillo) consorciada com Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq cv. Tanzânia-1) foi implantada em plantio direto, utilizando-se 5 kg.ha⁻¹ de sementes inoculadas de arachis e 2,5 kg.ha⁻¹ de sementes puras viáveis de Tanzânia. Essa pastagem foi submetida a um sistema de pastejo contínuo com carga variável até o inverno de 2000, quando foi diferida. No final de setembro foi adubada com 60 kg.ha⁻¹ de K₂O e 80 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ e recebeu também um total de 100 kg.ha⁻¹ de nitrogênio, parcelados em 2 aplicações (setembro e dezembro de 2000).

3.4 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O mês de outubro de 2000 foi utilizado para adaptação dos animais à pastagem, à cerca elétrica e ao manejo da fazenda, bem como para obter as alturas da pastagem desejadas nos piquetes. A fase de coleta de dados teve uma duração de 131 dias, iniciando-se em 8 de novembro de 2000 e estendendo-se até a 19 de março de 2001, ocasião em que os animais já se encontravam em fase de acabamento em alguns tratamentos.

Utilizou-se uma área aproximada de 70.000 m², dividida por cerca elétrica em 8 piquetes (unidades experimentais) com áreas variando entre 8400 e 9300 m² (Anexo 1). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com duas repetições e os tratamentos consistiram em impor quatro alturas de manejo a uma pastagem consorciada de Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq cv. Tanzânia-1) e arachis (*Arachis pinto* Krap. & Greg. cv. Amarillo). As alturas de manejo foram predeterminadas em 20 cm, 40 cm, 60 cm e 80 cm visando obter uma amplitude suficientemente ampla para testar as respostas dos parâmetros avaliados.

3.5 ANIMAIS EXPERIMENTAIS E MANEJO DA PASTAGEM

Os animais utilizados foram fornecidos pelo proprietário da fazenda e consistiram de machos mestiços Nelore, castrados, com dois anos de idade e peso vivo médio inicial de

362 ± 24 kg. Todos foram pesados e grupos homogêneos foram formados e distribuídos nos tratamentos, após serem identificados com brincos plásticos numerados e com cores diferentes para cada tratamento para facilitar o manejo à campo.

Para controle da variação de peso dos animais, procedeu-se pesagens mensais realizadas após um jejum prévio de 12 horas e utilizando-se de uma balança eletrônica para animais com precisão de 10 g. Foram realizadas 5 pesagens mensais, respectivamente nos dias 08/11/2000, 04/12/2000, 11/01/2001, 22/02/2001 e 19/03/2001 e os períodos entre as pesagens foram denominados sub períodos.

No decorrer do período experimental os animais tiveram acesso à água e ao sal comum a vontade e foram tomados os devidos cuidados profiláticos e de controle de endo e ectoparasitoses.

Utilizou-se o método de pastejo contínuo, aliado à técnica dos animais reguladores proposta por Mott e Lucas (1952). Para as determinações de desempenho animal a unidade amostral consistiu-se de três animais “testers” por piquete, enquanto que animais reguladores foram acrescentados ou retirados semanalmente, quando necessário, para manter a pastagem dos piquetes nas alturas desejadas.

3.6 DETERMINAÇÕES E DETALHES METODOLÓGICOS

3.6.1 Estimativa da altura da pastagem

As medições da altura da pastagem foram realizadas semanalmente durante o período experimental com a utilização de uma régua com 1,8 m de comprimento e precisão de 5 mm. Foram obtidas 50 amostras ao acaso por piquete, tomando-se nota da altura da folha mais alta a encostar na régua quando esta era disposta verticalmente no solo.

A altura média mensal da pastagem dos piquetes foi obtida pelo somatório das avaliações semanais dentro do período, divididas pelo número de avaliações e expressa em centímetros. As médias das alturas semanais foram utilizadas para a determinação da necessidade de ajuste da lotação para manter os tratamentos nas alturas pré-determinadas.

3.6.2 Estimativa da massa de forragem instantânea e composição botânica

As avaliações da pastagem foram realizadas concomitantemente com as pesagens dos animais. A massa de forragem instantânea e a composição botânica foram obtidas pelo método *Botanal* seguindo a metodologia elaborada por Tothill *et al.* (1978), onde a massa existente é avaliada usando o método da dupla amostragem (Haydock e Shaw, 1975) e a composição botânica pelo método *Dry-Weight-Rank* (DWR) de t'Mannetje e Haydock (1963) acrescido das melhorias sugeridas por Jones e Hargraves (1979). Para análise dos dados foi utilizado o programa Botanal-2 (Costa e Gardner, 1984).

Mensalmente foram avaliadas 50 amostras por piquete utilizando um quadrado de ferro de 1 m² de área, sendo cada amostra tomada sistematicamente a cada 10 m. Cada amostra recebeu uma nota de 1 a 5, referente à massa de forragem presente e foram anotadas as espécies que estavam presentes para cálculo da frequência de ocorrência, como também a participação destas espécies na massa de forragem e a percentagem de solo descoberto.

Para o ajuste das equações, foram cortadas três destas 50 amostras avaliadas por piquete. Também foram coletadas, em toda a área experimental, outras 5 amostras representantes da escala de 1 a 5 utilizada (onde 1 representa a menor massa de forragem encontrada e 5 a maior), totalizando 405 amostras avaliadas e 29 amostras cortadas por avaliação.

Para análise dos resultados utilizaram-se as médias da massa de forragem dos sub períodos, ponderadas pelo número de dias de cada sub período. A composição botânica da pastagem foi analisada tanto pela média dos sub períodos quanto pela variação ocorrida no tempo entre sub períodos.

Para o detalhamento da composição botânica utilizaram-se os seguintes 5 grupos de espécies:

- 1- Tanzânia
- 2- Arachis
- 3- *Paspalum notatum*
- 4- Outras gramíneas
- 5- Folhas largas

3.6.3 Estimativa da taxa de acúmulo diária e da produção total de matéria seca

Para estimativa da taxa de acúmulo da pastagem foi utilizada a técnica das gaiolas emparelhadas descrita por Klingman *et al.* (1943) acrescida das melhorias da técnica do triplo emparelhamento (Moraes *et al.*, 1990), sendo empregadas três gaiolas com 1 m² de base e 1,70 m de altura por piquete.

Para o cálculo da taxa de acúmulo da pastagem, utilizou-se a seguinte equação:

$$Tj = \frac{Gi - F(i - 1)}{n}$$

Onde:

Tj = Taxa de acúmulo diário no período j (kg.ha⁻¹.dia⁻¹)

Gi = Matéria seca.ha⁻¹ dentro das gaiolas no instante i

$F(i - 1)$ = Matéria seca.ha⁻¹ fora das gaiolas no instante $i - 1$

n = Número de dias do período j

A produção de matéria seca durante o período experimental foi calculada pela seguinte equação:

$$\text{Produção de MS no período} = Fi + \sum_{j=1}^{j-1} [Gi - F(ij - 1)]$$

Onde:

Fi = Matéria seca.ha⁻¹ fora das gaiolas no instante inicial i

Gi = Matéria seca.ha⁻¹ dentro das gaiolas no instante i

$F(ij - 1)$ = Matéria seca.ha⁻¹ fora das gaiolas no instante $i - 1$ para cada período j

3.6.4 Estimativa da composição estratificada da forragem: lâmina, colmo e material morto

Para estimar a composição total da forragem em relação às percentagens de lâmina foliar, colmo e material morto, bem como da distribuição destes componentes no perfil da pastagem, foram realizadas 3 amostragens, sendo uma no início, uma no meio e outra no fim do período experimental.

Em cada avaliação foram coletadas ao acaso 5 amostras por piquete. Estas amostras não tiveram área definida e consistiram de “maços” de forragem (“grab samples”) cortados no nível do solo. Após a coleta, as amostras foram refrigeradas e levadas para o laboratório onde, depois de estendidas sobre uma mesa, foram cortadas em segmentos de 20 cm, a partir da base, e separadas em lâmina foliar, colmo (incluindo a bainha) e material morto.

Os dados resultantes foram analisados com relação ao conteúdo relativo dos componentes por altura (em %) e a média de cada componente foi aplicada sobre a massa de forragem disponível para determinação da disponibilidade de cada componente em kg.ha^{-1} .

3.6.5 Oferta de matéria seca total, oferta de lâminas e consumo aparente

A oferta de matéria seca total de cada sub período de pastejo foi estimada pela seguinte fórmula:

$$O_j = \frac{D_j}{A_j \times 100}$$

Sendo:

$$D_j = D_i + (T_j \times n)$$

Onde:

O_j = Oferta de MS no período j (em kg de MS.100 kg de PV^{-1})

D_j = Disponibilidade de forragem no período j (kg.ha^{-1})

D_i = Massa de forragem no instante i (kg.ha^{-1})

T_j = Taxa de acumulo diário no período j ($\text{kg.ha}^{-1}.\text{dia}^{-1}$)

n = Número de dias do período j

A_j = Carga animal média no período j (kg de PV. ha^{-1})

A oferta de matéria seca total média para todo o período experimental foi calculada pela média ponderada dos períodos de pastejo. A oferta de lâminas seguiu o mesmo cálculo, entretanto sobre a disponibilidade de forragem no período (D_j) foi aplicada a percentagem de lâminas da forragem para estimativa da disponibilidade de lâminas.

O consumo aparente foi estimado pela seguinte fórmula:

$$C_j = \frac{(G_i - F_i)}{A_j \times 100}$$

Onde:

C_j = Consumo aparente por 100 kg de peso vivo no período j

G_i = Matéria seca.ha⁻¹ dentro das gaiolas no instante i

F_i = Matéria seca.ha⁻¹ fora das gaiolas no instante i

A_j = Carga animal média, em kg de PV.ha⁻¹, no período j

3.6.6 Ganho médio diário, carga animal, lotação e ganho de peso vivo por hectare

O ganho de peso médio diário dos “testers”, expresso em kg.ha⁻¹, foi obtido pela média ponderada dos ganhos médios diários de cada período de pastejo, que por sua vez foram calculados pela seguinte fórmula:

$$GMD_j = \frac{P_i - P(i - 1)}{n}$$

Onde:

GMD_j = Ganho médio diário no período j (gramas por animal por dia)

P_i = Peso do animal no instante i

$P(i - 1)$ = Peso do animal no instante $i - 1$

n = número de dias no período j

A carga animal foi obtida pelo somatório dos pesos de todos os animais presentes em cada piquete multiplicada pelo número de dias que cada animal permaneceu nos piquetes e expressa em quilogramas de peso vivo por hectare por dia (kg PV.ha⁻¹.dia⁻¹). A carga média apresentada representa a média dos períodos experimentais (ciclos) ponderadas pelo número de dias de cada período. Esta carga média dividida pelo peso médio dos “testers” de cada piquete forneceu a lotação, expressa pelo número de animais-dia.ha⁻¹.

O ganho de peso por hectare foi determinado pela multiplicação do ganho médio diário pelo número de animais-dia.ha⁻¹, sendo expresso em quilogramas de peso vivo por hectare (kg PV.ha⁻¹).

3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise da variância e os modelos de regressão ajustados para as médias dos parâmetros observados foram realizados com o auxílio do programa Statgraphics Plus®. As médias foram testadas pelo teste de Tukey nos níveis de 1 e 5%.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ALTURA DA PASTAGEM

As alturas médias reais da pastagem nos tratamentos ficaram muito próximas das alturas pretendidas (Tabela 2) e observou-se uma relativa constância das alturas médias dos tratamentos no decorrer do período experimental, não havendo alterações bruscas no tempo (Figura 2). As condições climáticas favoráveis contribuíram para a obtenção destes resultados na medida em que a não ocorrência de déficit hídrico (Figura 1) permitiu um desenvolvimento constante da pastagem, mas há de se destacar a efetividade do método de controle da carga animal utilizado, bem como o rigor metodológico seguido durante a realização do experimento.

TABELA 2 - Altura pretendida nos tratamentos e altura média real obtida (cm).

Alturas de Manejo Pretendidas (cm)	Alturas Médias de Manejo Obtidas (cm)
20	23 ± 1,7
40	40 ± 1,5
60	62 ± 3,4
80	81 ± 6,3

Estes resultados indicam que a condição básica necessária ao desenvolvimento do experimento foi criada com sucesso, permitindo que se proceda a comparação e análise das demais variáveis mensuradas.

Como as alturas obtidas ficaram muito próximas das alturas desejadas, apenas para efeito da apresentação e discussão dos resultados estarão sendo empregados de forma padronizada os valores de altura inicialmente pretendidos.

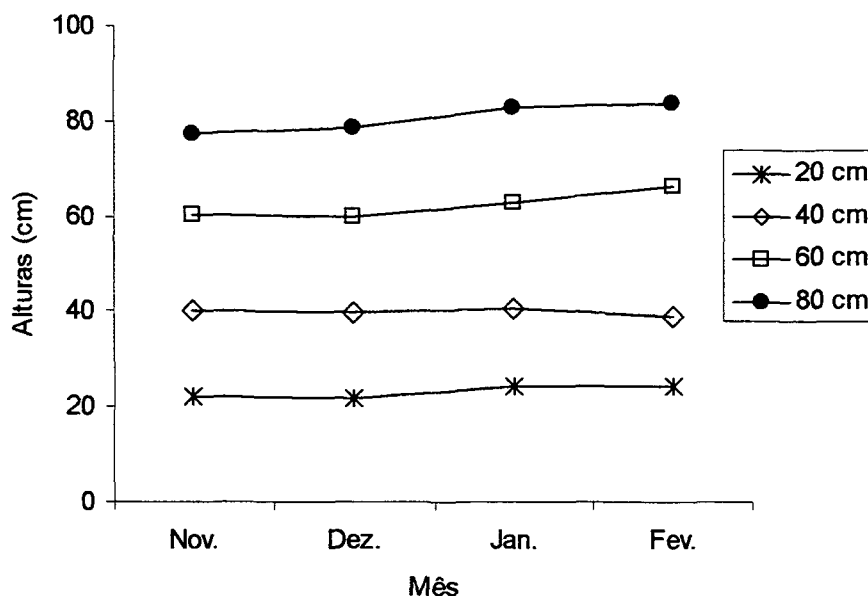


FIGURA 2 - Altura média mensal (cm) de uma pastagem consorciada de Tanzânia com arachis, submetida a quatro alturas de manejo.

4.2 COMPOSIÇÃO BOTÂNICA E PERCENTAGEM DE SOLO DESCOBERTO

Os resultados referentes à frequência de ocorrência das espécies são apresentados no Anexo 2 e na Figura 3. Como esperado, o Tanzânia foi a espécie dominante na pastagem e sobre ele foi feito o controle de altura através da carga animal. O arachis passou de uma frequência de 100% no tratamento de 20 cm de altura para 61,4% no tratamento de 80 cm. Nestes mesmos tratamentos, o *P. notatum* passou respectivamente de 20 para 0% e a frequência de outras gramíneas de 15,7 para 1,8%. O maior efeito foi notado na frequência de ocorrência das outras espécies de folhas largas, onde a frequência baixou de 68,8% no tratamento de 20 cm para 8,8% no tratamento de 80 cm.

As análises de regressão indicam que houve uma influência significativa ($P \leq 0,05$) da altura da pastagem sobre as frequências de ocorrência de todos os componentes da pastagem, com exceção do Tanzânia, como também sobre a percentagem área de solo descoberto. As equações de regressão ajustadas para cada componente foram:

- Arachis: $y = 93,42 + 0,59x - 0,012x^2$ ($R^2 = 0,99$ $P = 0,04$)
- *P. notatum*: $y = 31,73 - 0,64x + 0,003x^2$ ($R^2 = 0,76$ $P = 0,02$)
- Outras Gramíneas: $y = 28,76 - 0,76x + 0,005x^2$ ($R^2 = 0,69$ $P = 0,05$)
- Folhas largas : $y = 78,75 - 0,37x - 0,006x^2$ ($R^2 = 0,80$ $P = 0,02$)
- Solo descoberto: $y = 2,71 + 0,09x - 0,001x^2$ ($R^2 = 0,72$ $P = 0,04$)

Estes resultados indicam que o rebaixamento da altura do Tanzânia foi benéfico para a frequência de ocorrência do arachis, mas ao mesmo tempo implicou em um aumento, ainda que pequeno (1,9% para 4,1%), da área de solo descoberto. Permitiu também o aumento da presença de espécies de ocorrência espontânea, principalmente de espécies de folhas largas e do *P. notatum*, que são espécies invasoras de pastagens comuns na região em áreas de pastagens degradadas.

É interessante observar que o arachis manteve uma alta frequência de ocorrência na pastagem mesmo na altura máxima testada (80 cm), confirmando os relatos de sua relativa tolerância à sombra (CIAT, 1991, Fischer e Cruz, 1994). Por sua vez, o controle de altura exercido sobre o Tanzânia mostrou-se uma técnica efetiva para aumentar a frequência do arachis, que alcançou 100% de presença no tratamento de 20 cm.

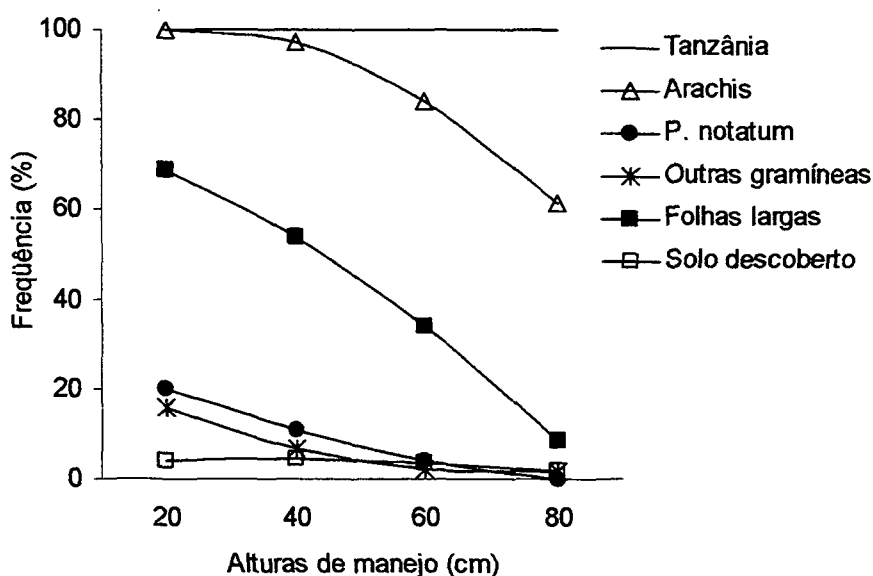


FIGURA 3 - Frequência de ocorrência dos componentes Tanzânia (—), arachis (Δ), *P. notatum* (●), outras gramíneas (×), folhas largas (■) e de solo descoberto (□) em uma pastagem consorciada de Tanzânia com arachis, submetida a quatro alturas de manejo.

Esta era uma das hipóteses testadas e um dos objetivos do controle de altura do Tanzânia, já que a intensidade de pastejo afeta o equilíbrio das espécies presentes em uma pastagem (Maraschin, 1986; Simão Neto, 1986; Curl e Jones, 1989; Matches, 1992) e vários autores relatam que intensidades de pastejo moderadas e altas favoreceram a persistência do arachis em pastagens consorciadas (Hernandez *et al.*, 1995; Gonzalez *et al.*, 1996; Ávila e Urriola, 1998; Cipagauta *et al.* 1998; Ibrahim e t'Mannetje, 1998; Pezo e Ibrahim, 1999).

Por sua vez, o efeito da altura de pastejo sobre a percentagem de solo descoberto, apesar de significativo, foi de poucos pontos percentuais, mas aliado ao curto prazo em que este efeito foi obtido e ao aumento na ocorrência do *P. notatum*, de outras gramíneas e das espécies de folhas largas, fornece um indicativo de desequilíbrio do sistema e suscita preocupações a longo prazo, relacionadas a estabilidade da consorciação, sua produtividade e aumento dos custos de manutenção referentes ao controle de invasoras.

Os resultados positivos observados sobre a frequência de ocorrência do arachis, entretanto, não se refletiram sobre a sua participação na massa de forragem da pastagem que foi extremamente baixa, inclusive a ponto de dificultar sua correta mensuração em função da sensibilidade do método utilizado (Botanal), o mesmo ocorrendo com os outros componentes (Tabela 3). Segundo esta metodologia, participações inferiores a 5% da massa de forragem não são mensuráveis o que acarreta situações como estas observadas neste experimento onde espécies com uma substancial frequência de ocorrência, como o caso do arachis no tratamento de 20 cm que apresentou uma frequência de ocorrência superior a 60%, não são detectadas pelo método e são computadas como se não contribuíssem para a massa total de forragem.

TABELA 3 - Percentagens de Tanzânia, arachis, paspalum, outras gramíneas e folhas largas sobre a matéria seca de uma pastagem consorciada de Tanzânia com arachis, submetida a quatro alturas de manejo.

Tratamentos (cm)	Tanzânia*	Arachis	Paspalum	Outras gramíneas	Folhas Largas
----- (% da matéria seca total) -----					
20	97,2 ^b	1,3	0,7	0,2	0,7
40	97,5 ^b	1,7	0,0	0,2	0,7
60	99,8 ^a	0,2	0,0	0,0	0,0
80	100,0 ^a	0,0	0,0	0,0	0,0

Probabilidade $p = 0,01$

* Médias na mesma coluna seguidas por letras diferentes, diferem pelo teste de Tukey a 1%

Neste parâmetro só foi possível detectar diferenças significativas entre os tratamentos ($P < 0,01$) para o Tanzânia, que foi o principal constituinte da matéria seca disponível e que teve sua participação levemente aumentada nos dois tratamentos de maior altura.

A participação do arachis foi inferior às médias encontradas na literatura disponível, que se situam entre 8 e 50% da biomassa (Santana *et al.* 1998; Fisher e Cruz, 1994). Entretanto, segundo Bryan e Evans (1971), Jones (1973) e Lascano (1999), várias leguminosas tropicais são intolerantes à desfolhação intensa. Maraschin *et al.* (1983)

complementa que em um sistema de pastejo contínuo, é difícil para uma espécie altamente aceita pelo animal, manter índice de área foliar suficientemente alto para proporcionar uma correspondente alta taxa de crescimento, havendo necessidade de descanso para a recuperação de leguminosas tropicais sob pastejo, o que pode ser obtido através do diferimento ou do pastejo rotativo (Lascano, 1999). De fato, as maiores participações do *arachis* encontradas na literatura, entre 30 e 50% da biomassa, foram observadas justamente em uma situação de pastejo rotativo com períodos de descanso de 35 dias (Fisher e Cruz, 1994).

Infelizmente os resultados obtidos neste trabalho não contemplam estimativas de consumo individual para as espécies, o que nos relega à discussão fenomenológica dos resultados, mas as características do *arachis* aliadas à intensidade de pastejo observada nos tratamentos, parâmetro este que será discutido posteriormente, torna plausível pressupor a ocorrência de um sobre-pastejo no *arachis*, afetando sua produtividade mas não sua persistência durante o período de realização do experimento.

4.3 MASSA DE FORRAGEM INSTANTÂNEA

Neste trabalho, as diferentes médias da massa de forragem instantânea refletem os tratamentos utilizados, na medida em que a altura da pastagem está diretamente relacionada com a disponibilidade de forragem. Este é um parâmetro importante por estar relacionado com a relativa facilidade ou dificuldade com a qual a forragem pode ser colhida pelo animal em pastejo (Wade, 1991), além de afetar a qualidade da dieta se a oportunidade de seleção do animal for restringida (Arnold, 1981; Matches *et al.* 1981).

A equação de regressão melhor ajustada para descrever a resposta da massa de forragem instantânea em função das alturas de manejo foi um modelo linear (Figura 4), segundo o qual, nas alturas testadas, os aumentos na altura de pastejo implicaram em acréscimos na disponibilidade média da massa de forragem em base seca da ordem de 157 kg de MS.ha⁻¹ por centímetro de altura.

As médias obtidas foram de 5.550, 7.158, 11.938 e 14.444 kg.ha⁻¹ respectivamente para os tratamentos de 20, 40, 60 e 80 cm, valores estes que são coerentes com as médias de massa de forragem disponível obtidos por Cecato *et al.* (1996), Ruggieri *et al.* (1997), Thiago *et al.* (2000), Nascimento *et al.* (1999), Santos *et al.* (1999) e Lima *et al.* (2001).

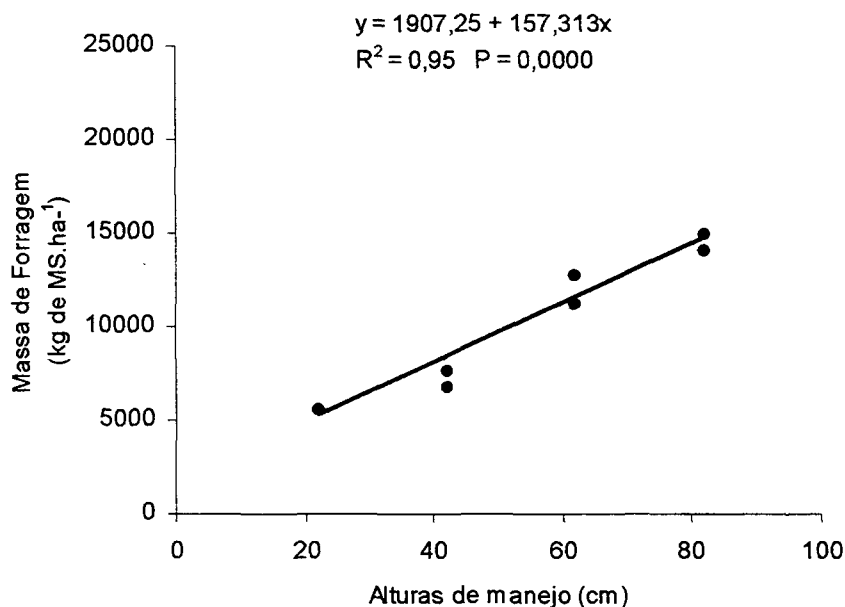


FIGURA 4 - Massa média de forragem (kg.ha⁻¹) de uma pastagem consorciada de Tanzânia com arachis, submetida a quatro alturas de manejo.

4.4 PERCENTAGEM DE LÂMINAS, COLMOS E MATERIAL MORTO, SUA DISTRIBUIÇÃO VERTICAL NO PERFIL DA PASTAGEM E RELAÇÃO LÂMINA:COLMO

Os resultados obtidos neste trabalho apontam para a diminuição na percentagem de lâminas e o aumento da percentagem de colmos na massa de forragem disponível na medida em que a altura da pastagem aumentou (Figuras 5a e 5b). Entretanto, não foi possível verificar diferenças significativas ($P > 0,05$) para as variações das percentagens médias de material morto em função das alturas de manejo (Figura 5c, Anexo 3). As percentagens médias de material morto variaram entre 24 e 30% e são similares aos valores encontrados na literatura para o Tanzânia (Ruggieri, 1997; Brancio *et al.* 2000a).

A relação observada entre percentagem de lâminas e a altura de pastejo foi melhor descrita por uma equação de regressão quadrática negativa, representada na Figura 5a. As percentagens médias de lâminas observadas foram de 53,2%, 46,4%, 33,8% e 31,4%, respectivamente para os tratamentos de 20, 40, 60 e 80 cm, havendo uma expressiva diferença de 21,8 pontos percentuais entre os tratamentos extremos, o que equivale a uma diminuição superior a 40% na percentagem de lâminas quando a altura de pastejo foi elevada de 20 para 80 cm.

Estes valores médios obtidos são inferiores aos encontrados por Cecato *et al.* (1996) e Costa *et al.* (2002), entretanto, são muito similares aos encontrados por Ruggieri (1997), Nascimento *et al.* (1999) e Brancio *et al.* (2000a).

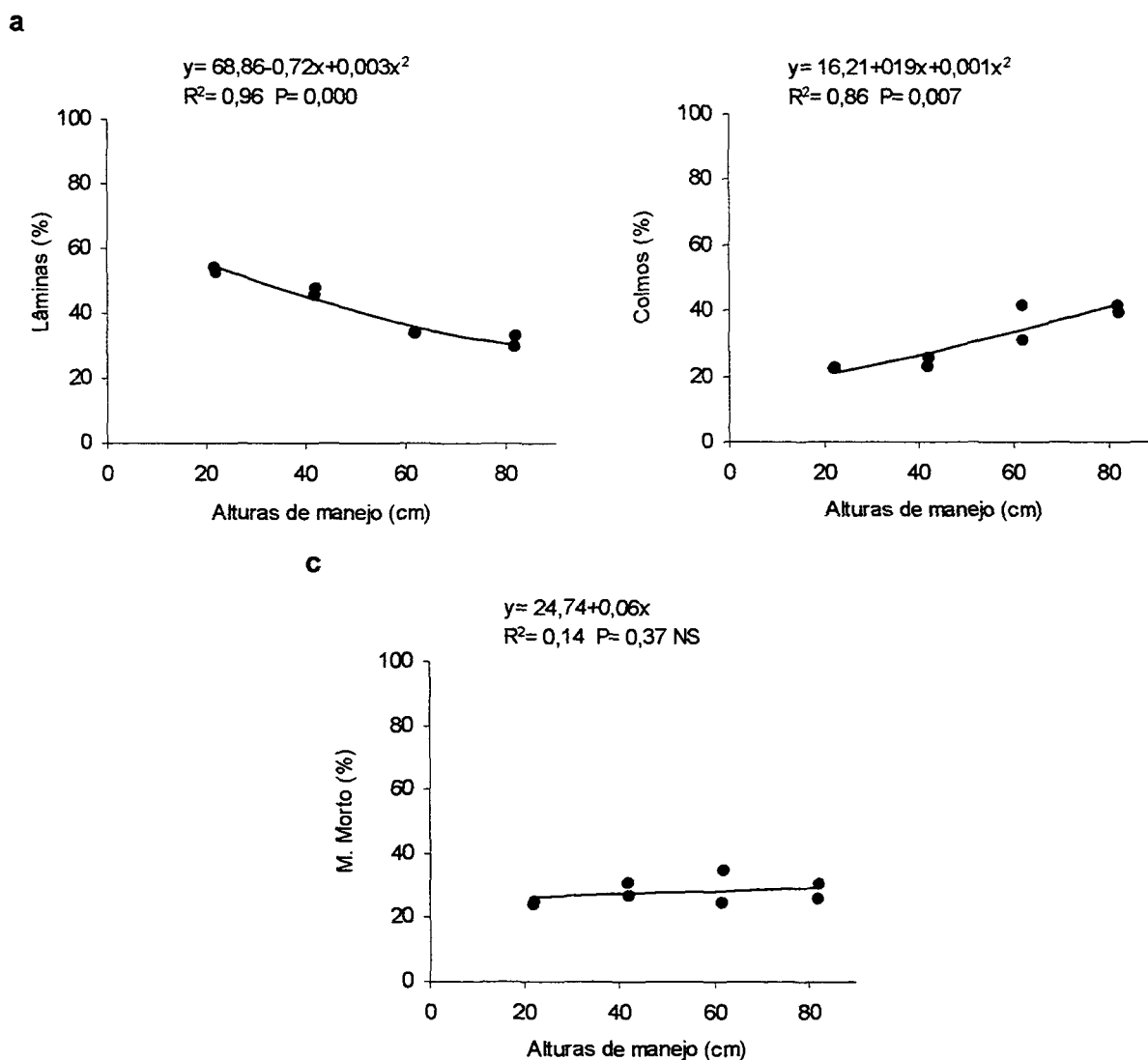


FIGURA 5 - Percentagem de lâminas, colmos e material morto de uma pastagem consorciada de Tanzânia com arachis, submetida a quatro alturas de manejo.

A relação observada entre a percentagem de colmos e a altura da pastagem, por sua vez, foi melhor representada por uma curva de regressão quadrática positiva (Figura 5b) implicando em aumentos proporcionalmente maiores da percentagem de colmos com o aumento da altura de pastejo. As médias obtidas (Anexo 3) foram de 22,4%, 24,2%, 35,2% e 40,4%, respectivamente para os tratamentos de 20, 40, 60 e 80cm. Esses valores são semelhantes aos valores médios encontrados na literatura (Ruggieri, 1997; Brancio *et al.*

2000b), entretanto, observa-se que houve um aumento considerável na percentagem de colmos, sendo superior a 80% entre os tratamentos extremos.

Existe ampla informação na literatura relatando que a manutenção de pastagens com alta massa de forragem acarreta uma diminuição progressiva da proporção de folhas e um aumento na proporção de colmos e material morto associado a pastagem (Hodgson *et al.*, 1977; Chacon *et al.*, 1978; Agjei *et al.*, 1980; Korte *et al.*, 1982, 1987). Este é um fator importante, na medida em que as folhas são o componente mais importante da pastagem e que a sua produção e a percentagem de folhas na forragem total, são os principais fatores da pastagem afetando o consumo dos animais em pastejo (Chacon e Stobbs, 1976). Os animais apresentam alta preferência por folhas (Laredo e Minson, 1973; Chacon *et al.*, 1978) e, em Tanzânia, há registro de que sua dieta tem composição superior a 90% de folhas (Brancio *et al.*, 2000b). Mesmo quando a digestibilidade dos colmos é ligeiramente superior à das folhas, o consumo destas tende a ser maior em função de uma menor taxa de retenção da matéria seca no rumén-retículo, aparentemente causada pela maior superfície da fração folha disponível para a ação das bactérias (Laredo e Minson, 1973).

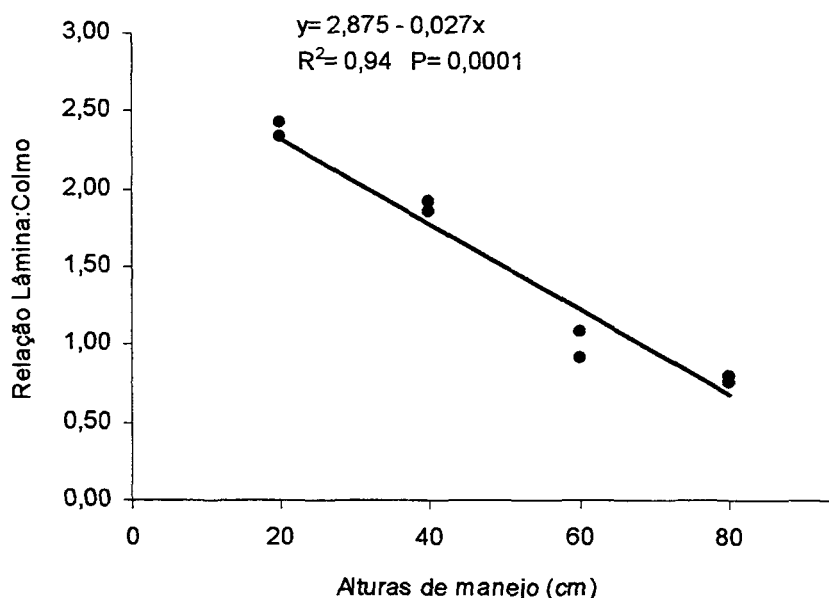


FIGURA 6 - Relação Lâmina:Colmo da forragem de uma pastagem consorciada de Tanzânia com arachis, submetida a quatro alturas de manejo.

Para a relação entre lâminas e colmos (Figura 6), a regressão melhor ajustada foi uma equação linear negativa e os valores para o tratamento de 80 cm ficou abaixo de 1,0 nas maiores alturas.

Entretanto, o principal fator afetando a produção animal é a quantidade de alimento consumido (Stobbs, 1973) e por sua vez, a massa do bocado pode ser considerada o principal componente do consumo (Brancio *et al.* 2000f). Segundo Laca *et al.* (1994), a massa do bocado é determinada pela distribuição espacial da forragem no volume do dossel, havendo uma variação da distribuição vertical dos componentes folha, colmo e material morto com a altura da pastagem (Flores *et al.*, 1993). É esta forma com que a forragem está disponível ao animal, conhecida como estrutura da pastagem, que é responsável, em última análise, pela quantidade dos nutrientes ingeridos em pastejo e nesta ótica, o manejo de pastagens significa oferecer o alimento ao animal numa estrutura que potencialize suas ações de pastejo (Carvalho *et al.*, 2001).

Analisando a estrutura vertical dos estratos da pastagem, obtida pelo corte estratificados dos perfis estendidos (Figura 7), pode-se verificar que a maior ocorrência de material morto e de colmos ocorreu na altura de 0 a 20 cm do solo, enquanto que nos estratos superiores houve predominância de lâminas. Acima dos 20 cm, a quantidade disponível de lâminas foi de 1,1; 2,0; 3,8 e 4,1 t.ha⁻¹, respectivamente para os tratamentos de 20, 40, 60 e 80 cm de altura, representando um aumento de 270% na massa de lâminas entre os tratamentos extremos.

A importância desta informação decorre do fato dos animais pastejarem principalmente folhas e a partir do topo da pastagem (Chacon e Stobbs, 1976, Chacon *et al.*, 1978). Os resultados apontam que o incremento na altura da pastagem proporcionou um horizonte mais profundo de lâminas foliares, o que pode beneficiar a oportunidade de alta ingestão de forragem na medida em que a altura potencializa a profundidade do bocado, que por sua vez é o principal determinante da massa do bocado (Burlingson *et al.*, 1991; Carvalho *et al.* 2001).

Martinichen (2003), trabalhando com duas alturas em Capim-Mombaça (*P. maximum* jacq.) também observou um consumo de lâminas maior na pastagem que possuía estrutura alta, relacionando isso com uma provável maior profundidade de bocado.

Por outro lado, observa-se na Figura 7 que a presença de colmos e material morto foi sensivelmente maior no estrato de 20 a 40 cm para os tratamentos de 60 e 80 cm, atingindo, respectivamente para estes tratamentos, 26 e 30% de colmos e 29% de material morto.

Segundo Flores *et al.* (1993) e Arias *et al.* (1999) os colmos podem ser uma barreira à profundidade do bocado. Entretanto, esta tende a ser de 50% da altura da pastagem (Laca *et al.*, 1992; Carvalho, 1997) e portanto os colmos reduziram a profundidade do bocado somente quando estivessem mais altos do que a altura potencial do pastejo dos animais (Demment e Laca, 1993), deixando de ser um impedimento ao consumo na medida em que

a altura da pastagem permita uma profundidade de bocado inferior à altura dos colmos (Burlingson *et al.*, 1991; Laca *et al.*, 1992).

Além disso, quando os colmos são longos e esparsos, como em pastagens tropicais em estados fenológicos tardios, os animais podem empurrar os colmos para o lado e apreender as folhas (Flores *et al.*, 1993) e Martinichen (2003) relata ter obtido um maior consumo em uma pastagem com estrutura alta, embora esta estrutura tenha apresentado colmos em estratos mais altos.

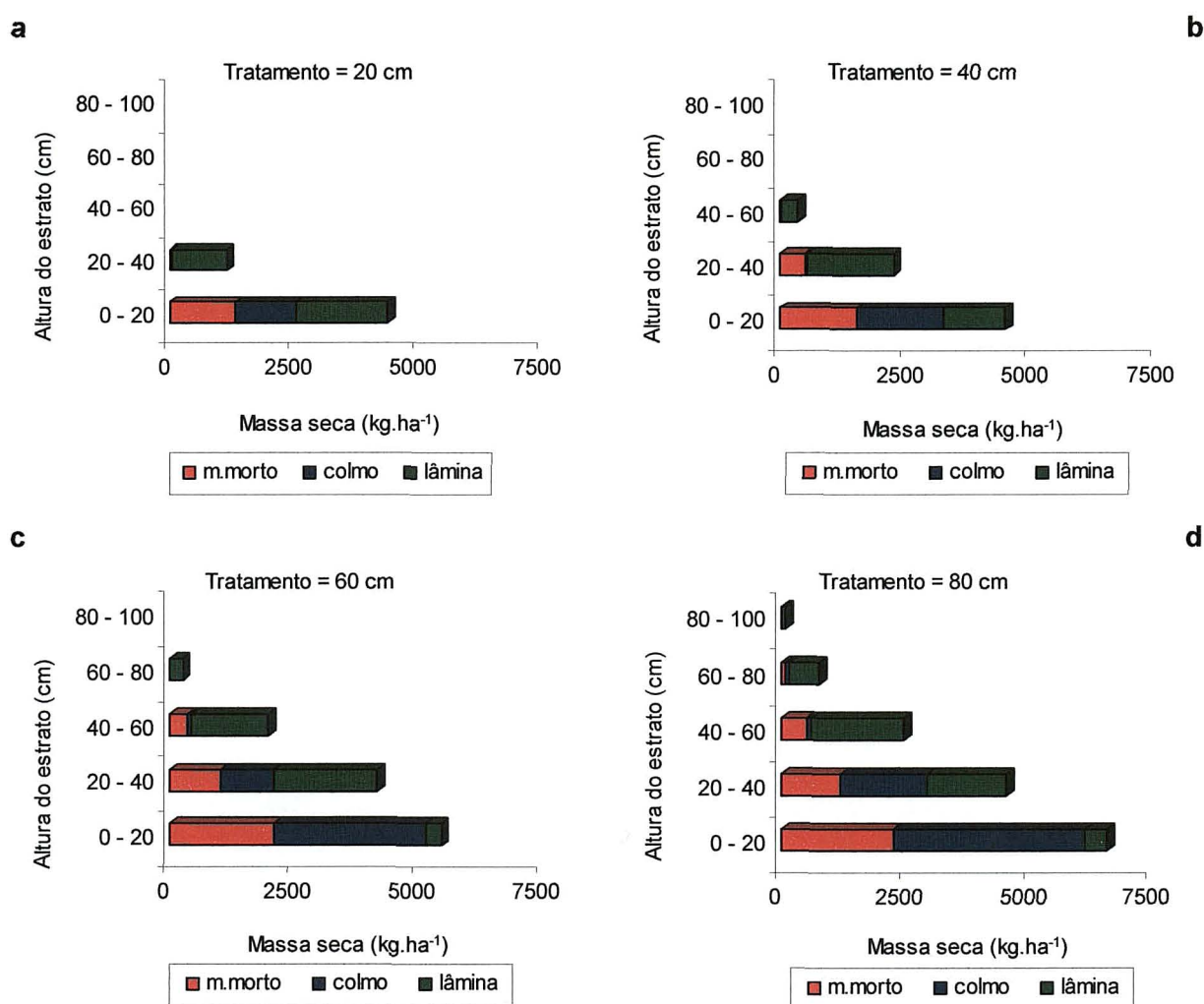


FIGURA 7 - Massa seca presente (kg.ha⁻¹) de lâminas, colmo e material morto nos diferentes estratos¹ de uma pastagem consorciada de Tanzânia com arachis, submetida a quatro alturas de manejo.

Na verdade, há evidências de que o efeito negativo dos colmos sobre o consumo é mais pronunciado nos níveis mais baixos da pastagem, onde a pastagem é curta e densa

¹ Os estratos foram obtidos com os perfilhos estendidos e portanto diferem das alturas observadas à campo

(Flores *et al.*, 1993), como no caso observado neste experimento com os tratamentos de menor altura de pastejo, onde a presença de folhas mortas também pode influenciar negativamente o consumo (Burlington *et al.*, 1991).

4.5 MASSA DE LÂMINAS

A massa média de lâminas, obtida através da aplicação dos percentuais médios de lâmina dos tratamentos sobre a massa de forragem instantânea, apresentou um comportamento linear positivo em função das alturas de manejo (Figura 8), semelhante ao da massa total.

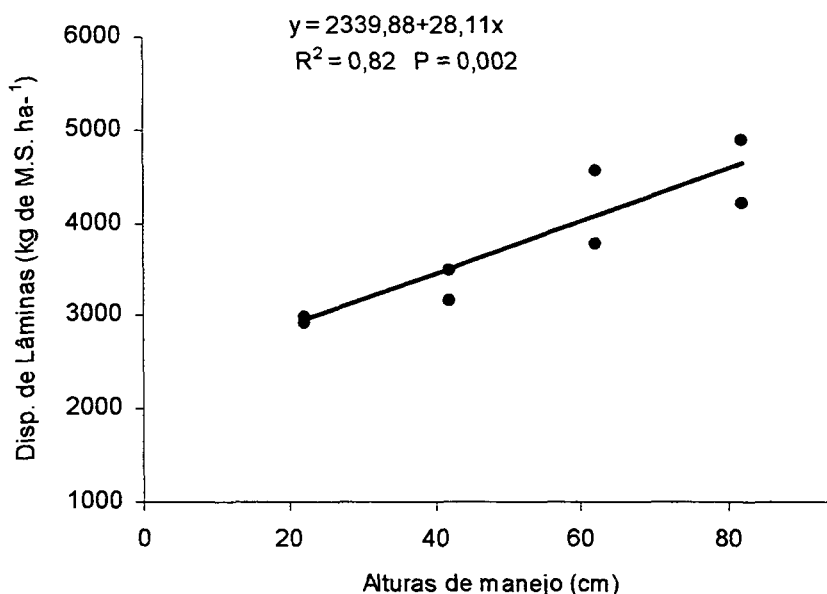


FIGURA 8 - Massa de lâminas (kg.ha⁻¹) de uma pastagem consorciada de Tanzânia com arachis, submetida a quatro alturas de manejo.

Os valores médios observados foram de 2955, 3316, 4162 e 4547 kg.ha⁻¹ respectivamente para os tratamentos de 20, 40, 60 e 80 cm de altura de pastejo, ocorrendo o incremento de 53,9% na massa disponível de lâminas quando a altura de manejo passou de 20 para 80 cm. Estes resultados indicam que o incremento na altura de pastejo permitiu uma maior disponibilidade de lâminas, apesar dela estar em menor percentagem em relação à massa total de matéria seca instantânea.

Blaser *et al.* (1986) comentam que não existe uma disponibilidade ótima de forragem, pois isso depende do retorno líquido de produto animal por área. Também foi comentado anteriormente, que a disponibilidade de folhas é um parâmetro importante porque os

animais têm preferência por folhas (Laredo e Minson, 1973; Chacon e Stobbs, 1976; Chacon *et al.*, 1978; Brancio *et al.*, 2000b) e porque a maior disponibilidade está relacionada com a relativa facilidade com a qual ela pode ser colhida pelo animal em pastejo (Wade, 1991), além de afetar a oportunidade de seleção do animal e a qualidade da dieta (Arnold, 1981; Matches *et al.* 1981; Demment e Laca, 1993).

Assim, a maior disponibilidade de lâminas observada com o aumento da altura de pastejo pode influenciar não somente o consumo de forragem, como a qualidade da dieta, proporcionando um melhor desempenho animal.

4.6 TAXA DE ACÚMULO E PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA

A equação de regressão ajustada para a taxa de acúmulo de matéria seca em função das alturas de manejo indica que as maiores alturas de manejo implicaram em maiores taxas de acúmulo. Entretanto, nas alturas maiores os incrementos na taxa de acúmulo por altura se tomaram menores (Figura 9).

Esses resultados estão de acordo com a experiência relatada na literatura, onde a taxa de acúmulo aumenta com biomassa disponível na medida em que o maior índice de área foliar permite maior interceptação da luz incidente (Harris, 1978; Vivkery, 1981; Hodgson, 1990; Laca e Lemaire, 2000). A maior intensidade de pastejo ocorrida na medida em que a altura de pastejo foi menor também teve um efeito negativo sobre a taxa de acúmulo, na medida em que promove uma maior remoção proporcional de biomassa e influencia na rapidez com a qual a planta pode se recuperar após o pastejo (Harris, 1978; Korte *et al.* 1987).

Por sua vez, os menores incrementos observados na porção final da curva de regressão, indica a ocorrência de um efeito depressivo do resíduo da pastagem (colmos, material senescente, e morto) sobre as taxas de acúmulo ao limitar a eficiência fotossintética da forragem residual, seja pelo aumento da demanda metabólica do material não fotossinteticamente ativo, seja pelo sombreamento dos novos perfilhos basais (Agjei *et al.*, 1980; Korte *et al.*, 1982; Korte *et al.*, 1987; Hodgson, 1990; Lemaire, 1999). Entretanto, os tratamentos utilizados neste trabalho não permitiram a obtenção do índice de área foliar ótimo, que pelos dados obtidos, seria atingido com alturas de manejo superiores a 80 cm.

As taxas médias de acúmulo de matéria seca foram de 130, 144, 186 e 193 kg.ha⁻¹.dia⁻¹, respectivamente para os tratamentos de 20, 40, 60 e 80 cm. Estes valores são superiores aos observados em situação de pastejo rotativo por Costa *et al.* (2001) e Barbosa

et al. (2000) que obtiveram taxas de acúmulo médias entre 47 e 97,6 kg MS.ha⁻¹.dia⁻¹ para o Tanzânia. Diante destas médias, existe a possibilidade de que os valores aqui encontrados estejam superestimados. O método das gaiolas utilizado para determinação das taxas de acúmulo e de desaparecimento de forragem pode ter proporcionado a obtenção de valores maiores na medida em que a área da gaiola é mantida protegida da ação animal.

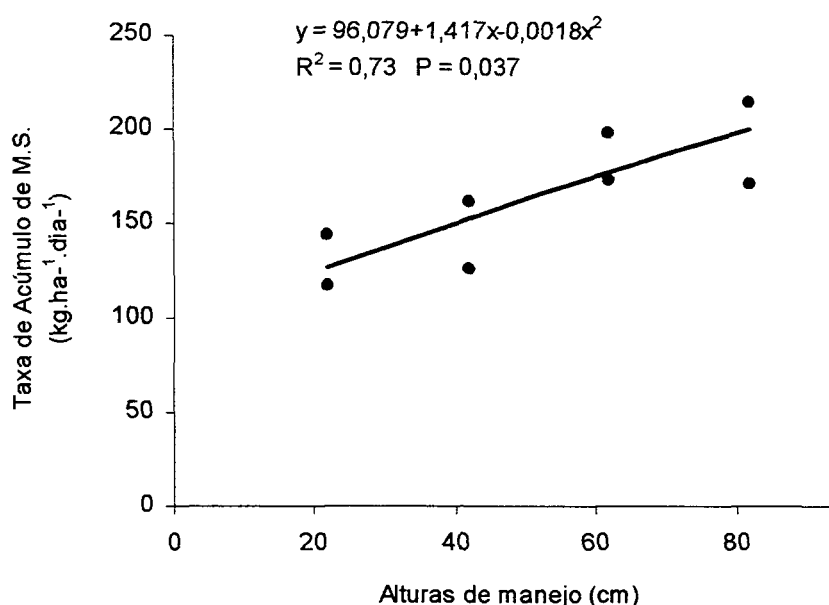


FIGURA 9 - Taxa de acúmulo de matéria seca (kg.ha⁻¹.dia⁻¹) de uma pastagem consorciada de Tanzânia com arachis, submetida a quatro alturas de manejo.

A produção total de matéria seca é função da disponibilidade inicial de forragem e da taxa de acúmulo de forragem. Estes parâmetros foram positivamente influenciados por uma maior altura de pastejo e portanto, a produção total de forragem também apresentou uma resposta positiva aos aumentos das alturas de manejo, comportamento este representado pela equação de regressão quadrática apresentada na Figura 10.

As médias das produções de matéria seca total observadas (Anexo 3) foram de 21.115, 24.937, 33.978 e 35.246 kg.ha⁻¹, respectivamente para os tratamentos de 20, 40, 60 e 80 cm. Entre os tratamentos extremos houve um expressivo aumento da quantidade de forragem produzida, da ordem de 67% ou 14,1 t ha⁻¹.

Estas produções são superiores às observadas em Tanzânia sob corte por Nascimento *et al.* (1999), Cecato *et al.* (1996) e Santos *et al.* (1999), que relatam produções entre 7 e 26 t de MS.ha⁻¹. São superiores também a algumas produções observadas em sistemas de pastejo rotativo sob diferentes pressões de pastejo, onde as produções variaram entre 16 e 26 t de MS.ha⁻¹ (Souza *et al.*, 1996; Costa *et al.*, 2002).

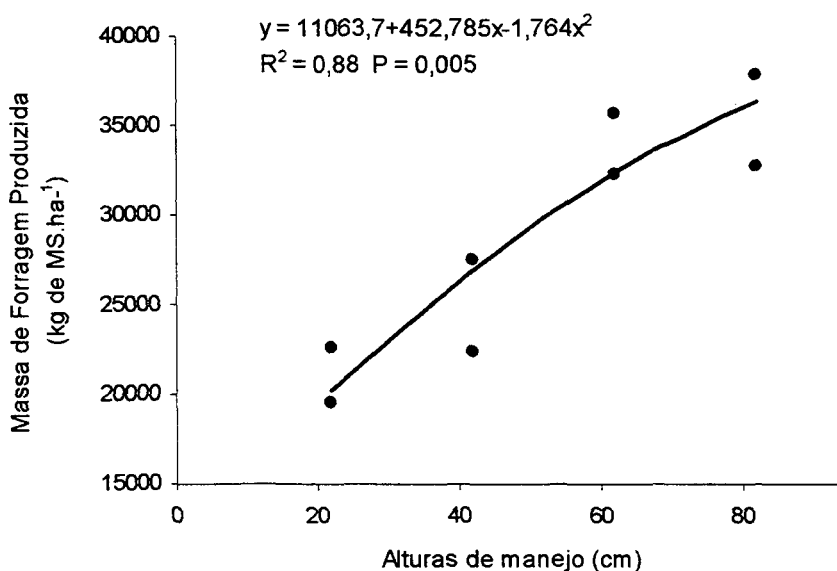


FIGURA 10 - Forragem total produzida (kg de MS.ha⁻¹) por uma pastagem consorciada de Tanzânia com arachis, submetida a quatro alturas de manejo.

4.7 LOTAÇÃO E CARGA ANIMAL

A metodologia utilizada neste trabalho foi a de manter os tratamentos em alturas predeterminadas através do manejo da carga animal. Assim, as variações na lotação e na carga animal refletem basicamente as variações observadas nas taxas de acúmulo de biomassa dos tratamentos, na medida em que estas se refletiram na altura da pastagem.

A lotação, referente ao número de animais-dia por hectare nos 131 dias do experimento teve uma correlação de 0,95 com a altura da pastagem e de 0,90 com a taxa de acúmulo de matéria seca. Os valores médios observados foram de 576, 580, 602 e 635 an-dia.ha⁻¹, respectivamente para os tratamentos de 20, 40, 60 e 80 cm e seu comportamento frente às diferentes alturas de manejo foi melhor descrito pela equação linear positiva representada na Figura 11.

A carga animal, por sua vez, teve uma correlação de 0,97 com a altura da pastagem e de 0,91 com a taxa de acúmulo de matéria seca. Os valores médios observados foram 1759, 1948, 2010 e 2091 kg de peso vivo por hectare por dia, respectivamente para os tratamentos de 20, 40, 60 e 80 cm. Em unidades animais por hectare, esses valores representam entre 3,9 e 4,6 UA.ha⁻¹ e são muito superiores aos 1,5 a 2,5 UA.ha⁻¹

recomendados por Costa *et al.* (2002) ou às três UA.ha⁻¹ observadas por Euclides *et al.* (1999) avaliando o Tanzânia sob pastejo rotativo.

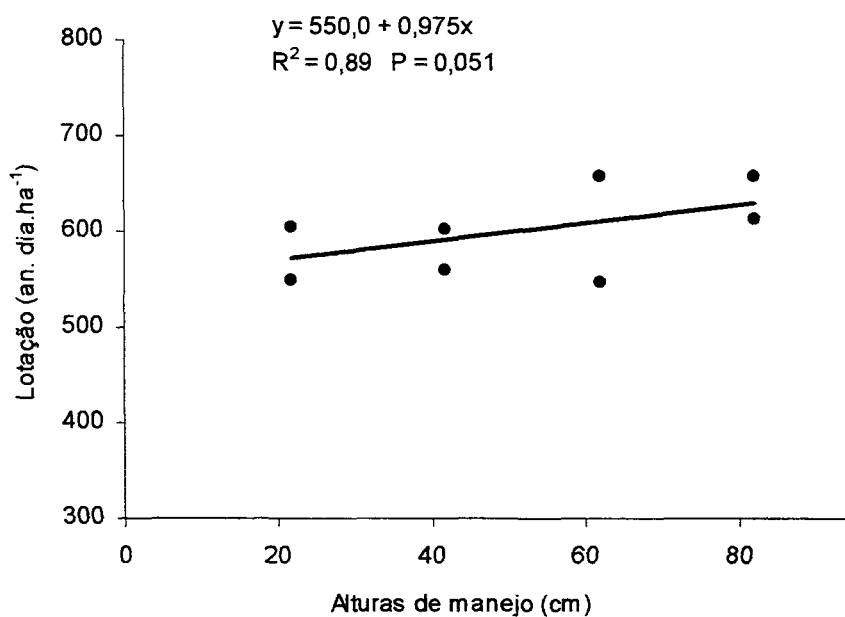


FIGURA 11 - Lotação (animais-dia.ha⁻¹) obtida em uma pastagem consorciada de Tanzânia com arachis, submetida a quatro alturas de manejo.

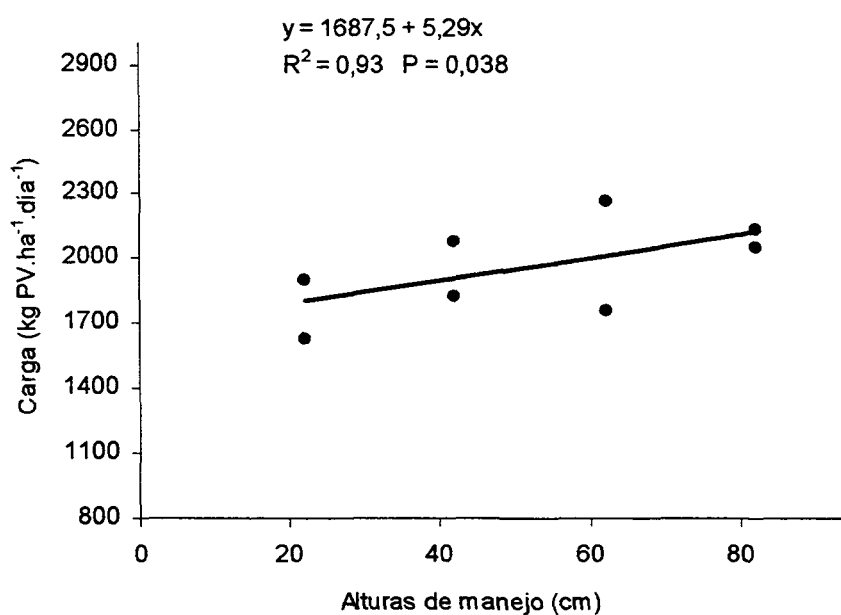


FIGURA 12 - Carga animal (kg de PV.ha⁻¹) obtida em uma pastagem consorciada de Tanzânia com arachis, submetida a quatro alturas de manejo.

À semelhança da lotação, a equação de regressão melhor ajustada para descrever o comportamento da variação da carga animal em função das diferentes alturas de manejo foi linear e positiva (Figura 12). Entretanto, as magnitudes das diferenças das cargas médias entre os tratamentos não refletem as magnitudes de aumento ocorrido nas taxas de crescimento, provavelmente porque estas foram superestimadas, seja em função do método empregado (gaiolas) ou por erro de amostragem.

4.8 OFERTA DE MATÉRIA SECA TOTAL, OFERTA DE LÂMINAS E CONSUMO APARENTE

As ofertas médias de matéria seca foram de 17,5%, 20,1%, 30,1% e 33,9% respectivamente para os tratamentos de 20, 40, 60 e 80 cm de altura de pastejo e o modelo de regressão ajustado para melhor representar a variação da oferta de matéria seca em função das alturas de manejo foi uma equação linear positiva (Figura 13), indicando a ocorrência de um aumento contínuo na oferta de forragem total até a altura máxima de pastejo testada.

A oferta de lâminas, que é uma fração melhor correlacionada com o consumo, também apresentou o mesmo comportamento linear positivo (Figura 14), mas a diferença entre as médias dos tratamentos foram de menor magnitude, em função da diminuição da percentagem de lâminas na forragem que ocorreu com o aumento da altura de pastejo. As ofertas de lâmina médias calculadas foram de 9,3%, 9,4%, 10,2% e 10,7%, respectivamente para os tratamentos de 20, 40, 60 e 80 cm de altura de pastejo.

Para o consumo médio aparente, entretanto, não foi possível estabelecer nenhuma tendência significativa de resposta em função dos tratamentos. As médias observadas para o consumo aparente, de 6,7%, 6,8%, 6,8% e 7,6%, respectivamente para os tratamentos de 20, 40, 60 e 80 cm, são extremamente altas em relação ao esperado. Segundo Holechek *et al.* (1989) os valores médios de consumo para várias espécies forrageiras situam-se numa faixa entre 0,9 e 2,8% enquanto que trabalhos em pastejo rotativo com Tanzânia (Genro *et al.*, 1999; Lima *et al.*, 2001) citam um consumo voluntário entre 2,1 e 2,3%. O consumo aparente foi calculado em função da matéria seca desaparecida utilizando-se a técnica das gaiolas e era esperado que os valores fossem inflados por incluírem perdas de forragem causadas por fatores como o pisoteio, senescência e consumo por insetos. À semelhança do cálculo da taxa de acúmulo de forragem, também calculada com o uso da técnica das gaiolas, é muito provável que os valores de consumo aparente calculados estejam

superestimados. Entretanto, em função da amplitude da diferença entre os valores calculados e aqueles esperados para a pastagem estudada, esta medida carece de confiabilidade para avaliar o real consumo animal neste trabalho.

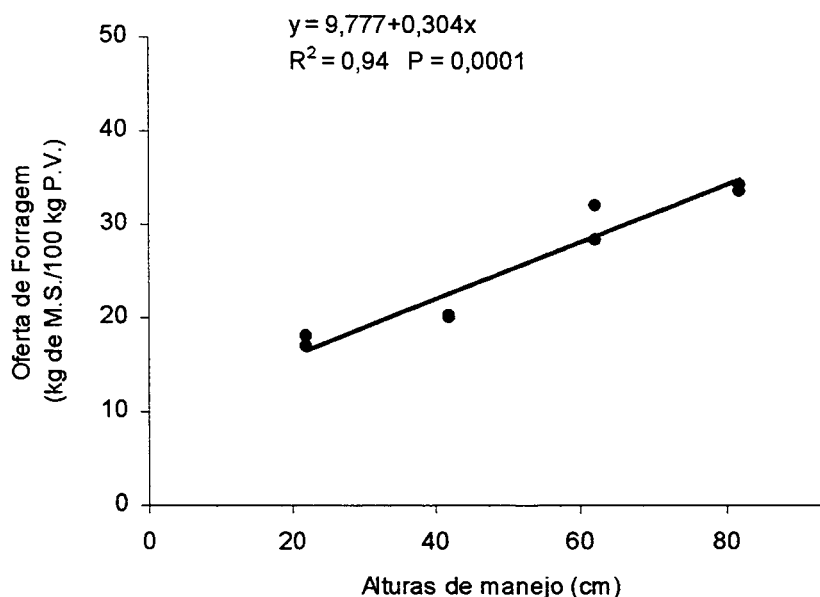


FIGURA 13 - Oferta de forragem (kg de MS.100 kg PV⁻¹) em uma pastagem consorciada de Tanzânia com arachis, submetida a quatro alturas de manejo.

Existem informações variadas na literatura sobre qual a oferta mínima para que o consumo não seja afetado, variações estas decorrentes, entre outras razões, do método de pastejo empregado e das diferentes estruturas das pastagens avaliadas. Dougherty *et al.* (1992), trabalhando com *Festuca arundinacea* observou que a oferta deveria ser duas vezes superior ao consumo para que este não fosse limitado, enquanto Corsi (1992) observou que uma oferta de 6% seria suficiente para não limitar o consumo em gado de corte pastejando capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.). A comparação destes números com os valores médios de oferta total e oferta de lâminas obtidos no experimento podem levar à suposição de que a redução da altura de pastejo não teria implicado em uma limitação quantitativa de forragem que restringisse o consumo. Entretanto, a oferta de lâminas foi positivamente influenciada pelo aumento das alturas de manejo e, conforme comentado no item 4.4 desta discussão, as diferentes alturas de manejo resultaram em distintas estruturas que podem ter favorecido o consumo nos tratamentos de maior altura, ao permitir uma maior profundidade de bocado e, conseqüentemente, maior massa de bocado, que tem sido considerado como o principal fator da taxa de consumo em condições de pastejo (Chacon *et al.*, 1978; Hodgson *et al.*, 1991). Por outro lado, o consumo compreende também outros

fatores, como a taxa de bocados e a duração do pastejo (Stobbs 1973b), enquanto a estrutura na pastagem interfere no consumo ao interagir com todos esses fatores (Allden e Whittaker, 1970).

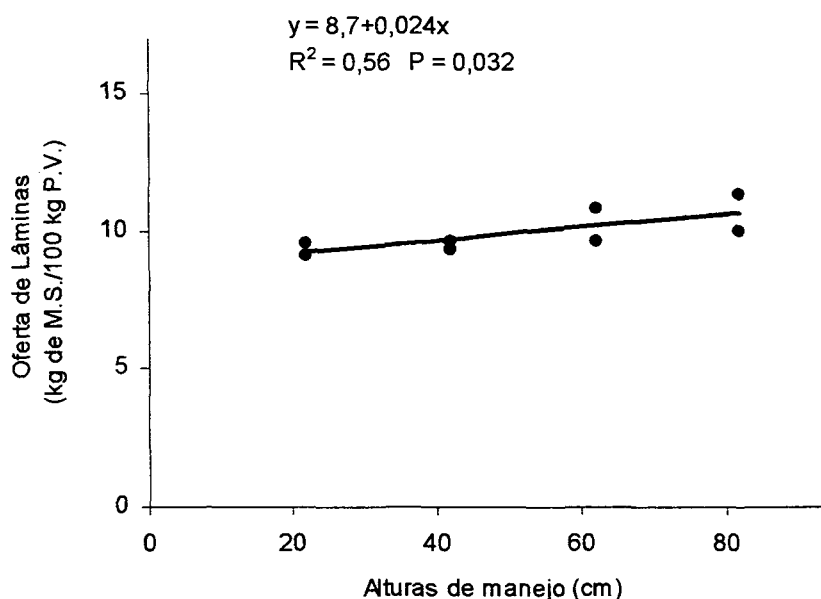


FIGURA 14 - Oferta de lâminas (kg de MS.100 kg PV⁻¹) em uma pastagem consorciada de Tanzânia com arachis, submetida a quatro alturas de manejo.

Gibb *et al.* (1999) observaram uma compensação da redução na taxa de consumo provocada pela diminuição da massa do bocado, através do aumento do período total de pastejo e do número de bocados por dia e, como resultado, não houve diferença significativa da variação da altura sobre o consumo diário de matéria orgânica. Os autores associaram o aumento do tempo gasto no pastejo, na medida em que a altura diminuiu, com a redução no tempo gasto na ruminação.

O mesmo foi observado em situações de pastejo rotativo com o Tanzânia, ocorrendo alterações compensatórias na taxa de bocado que variaram entre 27,3 e 47,1 bocados por minuto, e no tempo de pastejo, que variou de 498 a 678 minutos por dia, de forma que o animal tendeu a permanecer com o consumo desejado mesmo quando as mudanças nas características físicas da pastagem desfavoreceram o consumo (Brancio *et al.*, 2000c; 2000d). Entretanto, este comportamento compensatório só ocorre dentro de um limitado espectro, acima do qual a massa do bocado se torna a variável mais importante no controle do consumo (Chacon e Stobbs, 1976; Chacon *et al.* 1978; Cazcarra *et al.*, 1995).

4.9 GANHO DE PESO VIVO MÉDIO DIÁRIO

O ganho de peso vivo médio diário foi de 768, 904, 974 e 1079 g.an.⁻¹.dia⁻¹ respectivamente para os tratamentos de 20, 40, 60 e 80 cm de altura de pastejo. Os ganhos, mesmo no tratamento de 20 cm, superam os resultados encontrados na estação de crescimento em pastagens de Tanzânia sob pastejo rotativo por Ruggieri *et al.* (1997); Euclides e Euclides Filho (2002); Costa *et al.* (2001) e Euclides *et al.* (1999), cujo ganho de peso vivo médio diário situou-se entre 500 e 600 g.an.⁻¹.dia⁻¹, enquanto que os ganhos médios diários observados nos tratamentos com altura de pastejo acima de 20 cm, superam a faixa de ganho de até 800 g.an.⁻¹.dia⁻¹ citada por Costa *et al.* (2002) como normais para o Tanzânia na Região do Tropicó Úmido Brasileiro.

Uma equação linear foi o modelo melhor ajustado para explicar a relação entre o ganho médio diário e as alturas de manejo (Figura 15), implicando em um aumento de 5,15 g.an.⁻¹.dia⁻¹ para cada centímetro de incremento na altura de pastejo. Este modelo linear observado destoa da tendência de relação curvilínea entre o ganho médio diário e a intensidade de pastejo como demonstrado por Mott (1960), entretanto, isto pode estar indicando que os níveis de altura de pastejo utilizados no experimento implicaram em níveis de oferta de lâminas abaixo da faixa de oferta ótima e, portanto, o ponto de inflexão da curva não teria sido atingido.

Também foram lineares e significativas as equações que representam a relação entre o ganho médio diário e a massa total de forragem disponível (Figura 16a), a oferta total de forragem (Figura 16b) e a massa de lâminas disponível (Figura 16c), demonstrando que o melhor desempenho animal foi positivamente influenciado pelo aumento destes parâmetros que, por sua vez, também foram positivamente influenciados pelo aumento da altura de pastejo.

O nível de intensidade de pastejo que permite a obtenção da máxima performance animal varia em função de fatores como o método de pastejo, as espécies utilizadas e a condição da pastagem. Assim, enquanto Adjei *et al.* (1980) observaram que em pastagens subtropicais o máximo ganho médio diário seria obtido com ofertas entre 6 e 8 %, Hodgson e Brookes (1999) comentam que o desempenho animal aumenta até uma oferta de 10 a 12% do peso vivo. Almeida (1997), trabalhando com capim elefante anão sob pastejo contínuo, obteve o maior ganho médio diário com uma oferta de forragem de 10,4% enquanto que Moraes (1991), observou que os níveis de oferta que maximizaram o ganho médio diário obtido no verão em uma pastagem consorciada de Pangola (*Digitaria*

decumbens); azevem (*Lolium multiflorum*) e trevo branco (*Trifolium repens*) estiveram em uma faixa de oferta de forragem de 12,5%.

Gordon e Lascano (1993) consideram que para o correto entendimento das respostas animais às variações na altura da pastagem é necessário o entendimento dos fatores que controlam o consumo de forragem. Conforme as discussões anteriores, há evidências de que a estrutura da pastagem e as maiores disponibilidades de matéria seca e de oferta de forragem total e de lâminas observadas com o aumento da altura de pastejo possam ter influenciado positivamente a facilidade com que o animal seleciona e coleta a forragem, a profundidade e o peso do bocado e, portanto, o rendimento animal, apesar da metodologia empregada neste trabalho não ter possibilitado a confirmação desta relação, principalmente com relação ao consumo de forragem.

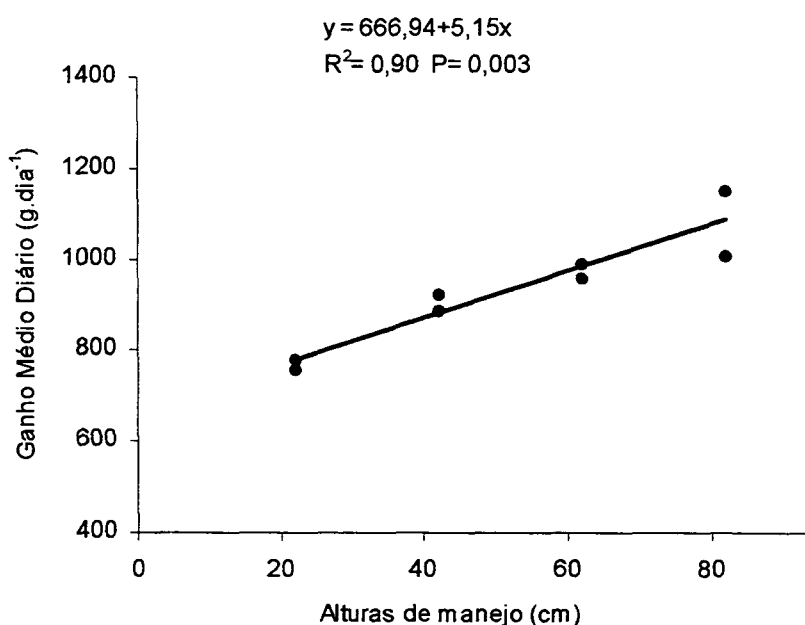


FIGURA 15 - Ganho de peso médio diário obtido em uma pastagem consorciada de Tanzânia com arachis, submetida a quatro alturas de manejo.

Adicionalmente, analisando as diferenças percentuais das médias absolutas do ganho de peso em relação a maior altura de pastejo, observa-se que a maior redução relativa no ganho de peso foi observada para o tratamento de 20 cm, onde a redução equivaleu a 29% do ganho de peso máximo observado, enquanto as reduções para os tratamentos de 40 e 60 cm foram relativamente menores, respectivamente de 16 e 10%. Esta maior redução relativa para o tratamento de 20 cm coincide com um perfil de forragem onde não somente havia menor disponibilidade e oferta de lâminas, como também estas lâminas encontravam-se interpostas aos colmos e material morto. Ao analisarmos o ganho

de peso em relação à massa de lâminas nos estratos superiores a 20 cm (Figura 16d), observou-se um comportamento linear positivo cuja regressão apresentou um alto coeficiente de determinação, explicando 88% da variabilidade do ganho médio diário e auxiliando na clarificação do efeito da estrutura da pastagem sobre o ganho de peso.

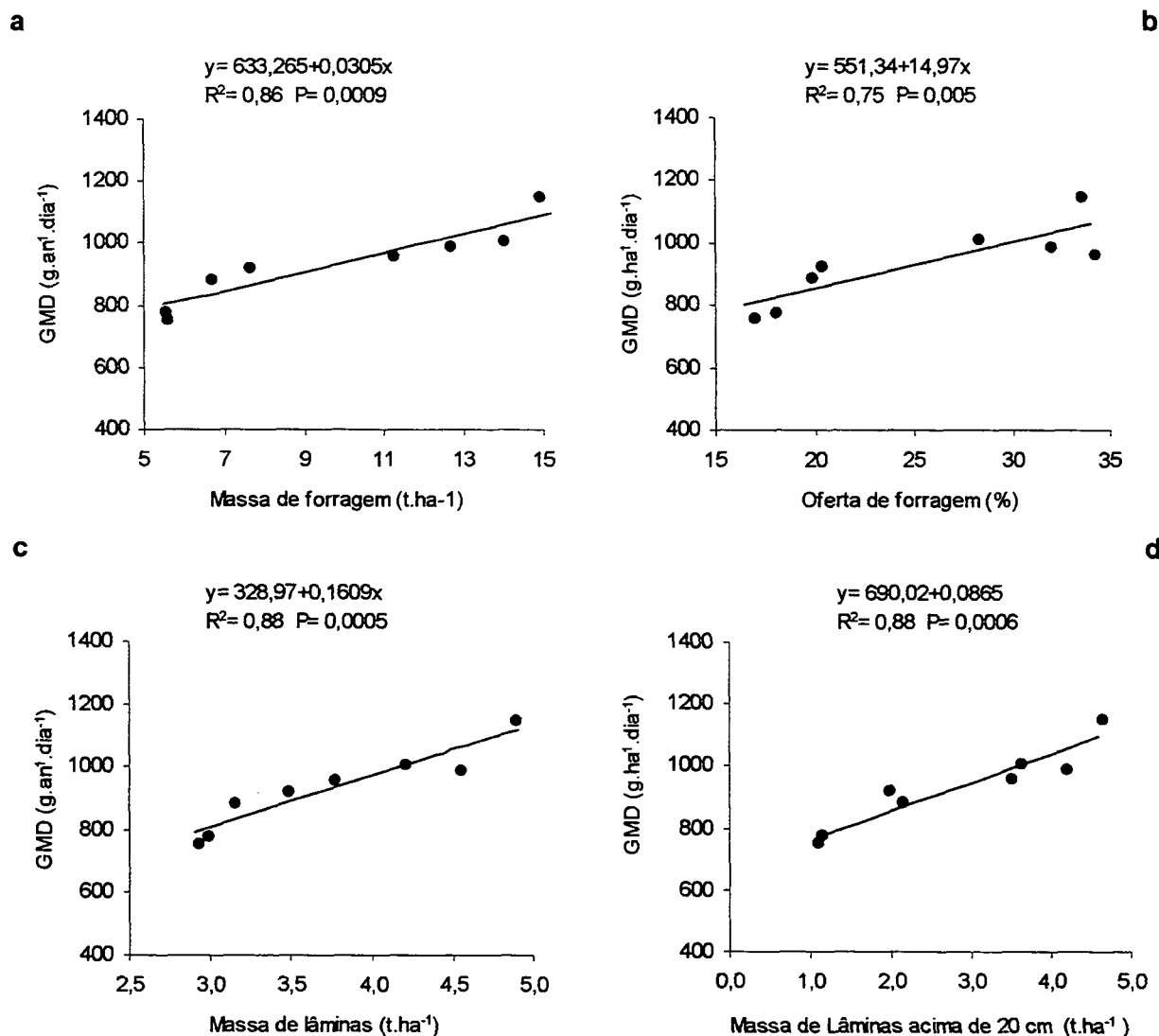


FIGURA 16 - Relação entre o ganho de peso vivo médio diário dos animais, a massa de forragem, a oferta total de forragem, a massa de lâminas e a massa de lâminas dos estratos superiores a 20 cm em uma pastagem consorciada de Tanzânia com arachis, submetida a quatro alturas de manejo.

O consumo quantitativo de matéria seca é apenas um dos elementos envolvidos no desempenho animal, pois em situação de pastejo, este depende também da qualidade da forragem (t'Mannetje *et al.*, 1976; Hart e Hoveland, 1978; Mott e Moore, 1985; Humphreys, 1997), qualidade esta que não se refere somente ao seu valor nutritivo intrínseco, mas

também ao conteúdo de nutrientes por unidade de consumo (Minson, 1990; Humphreys, 1991).

Segundo Chacon *et al.* (1978), a massa do bocado e o conteúdo de nitrogênio e digestibilidade da forragem no topo da pastagem foram os fatores mais importantes influenciando a performance dos novilhos. As melhores respostas foram observadas em pastagens submetidas a cargas menores porque os novilhos foram capazes de coletar a forragem mais facilmente, implicando em uma maior massa de bocado, e também porque conseguiram selecionar mais prontamente as partes das plantas mais nutritivas do topo da pastagem. Walker (1995) destaca este processo de seleção da dieta como um item chave influenciando o “status” nutricional do animal e diversos autores associam a redução da oferta de forragem a uma menor oportunidade de seleção e, conseqüentemente, a um menor desempenho animal (Bryant *et al.*, 1970; Arnold, 1981; Curll *et al.*, 1985; Hodgson, 1990; Laca e Demment, 1991; Demment e Laca, 1993; Hodgson *et al.*, 1994).

Em pastagens consorciadas a distribuição horizontal dos componentes também pode afetar a seleção, principalmente quando ocorre preferência animal por um dos componentes. Isto poderia significar que houve uma contribuição positiva do *arachis* sobre o ganho médio diário nas menores alturas de manejo, onde sua presença foi maior. Entretanto, sua participação na biomassa disponível foi muito reduzida e, além disso, a preferência por uma espécie pode ser reduzida quando a espécie acompanhante possui uma maior altura, como demonstrado por Parsons *et al.* (1994b) em uma pastagem consorciada de trevo branco e azevém.

Considerando a planta em si, o arranjo das suas partes tanto no plano horizontal quanto vertical influencia a capacidade do animal de selecionar e apreender o material em oferta (Humphreys, 1991) e a manutenção de folhas verdes acessíveis nos horizontes superficiais da pastagem favorece a produção animal (Huillier *et al.*, 1986). Quando a disponibilidade é de moderada a alta, a qualidade da dieta é maior que a média da forragem disponível porque os animais pastejam seletivamente forragem verde e folhas encontradas na porção superior em detrimento de material mais envelhecido e caule (Arnold 1981).

Rego *et al.* (2001) estudando o efeito de alturas variando de 24 a 78 cm sobre a qualidade da forragem e a estrutura de Tanzânia observaram que os estratos superficiais apresentaram a melhor qualidade e maior densidade de folhas e concentração de proteína bruta, enquanto Martinichem (2003) observou que a maior altura da pastagem determinou uma maior produção animal ao proporcionar maior consumo de lâminas verdes, enquanto que na altura baixa os animais consumiram mais colmos.

Almeida (1997) trabalhando com capim elefante anão, observou que a digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) apresentou tendência de acréscimo linear com o aumento da oferta de forragem e que, em níveis baixos de oferta de forragem, houve maior consumo de colmos e bainhas, o que pode ter contribuído para uma menor DIVMO nesta oferta. Por outro lado, observou também um aumento nos teores de FDA e FDN com o aumento da oferta, entretanto, a magnitude deste aumento não foi suficiente para limitar o desempenho animal. De forma semelhante ao que foi aqui observado com relação à estratificação dos componentes por altura, o autor comenta que na camada de 0-20 cm ocorreu uma grande participação de colmos, bainhas e material morto em todos os níveis de oferta de forragem, dificultando o acesso dos animais à forragem, especialmente às lâminas verdes deste perfil da pastagem. A partir de 20-40 cm de altura, especialmente para as maiores ofertas de forragem, observou maior participação de lâminas verdes no perfil da pastagem, facilitando a sua colheita, e isto, aliado ao gradiente de qualidade de forragem (DIVMO e PB) do topo para a base da pastagem, explicaria os maiores ganhos médios diários observados, o que concorda com as observações de Carvalho (1997) e Mayne *et al.* (2000) de que a baixa relação folha:colmo nos estratos inferiores da pastagem impõe limitações ao consumo animal.

Outro ponto que pode ter contribuído para os maiores ganhos diários foi abordado por Roguet *et al.* (1998). Os autores observaram um maior custo energético para animais mantidos em uma pastagem mais baixa. Este maior custo energético ocorreu porque os animais ajustaram seu comportamento de pastejo à diminuição dos recursos, aumentando o tempo gasto no pastejo e o número de bocados por estação de alimentação. Eles também reduziram o tempo gasto na movimentação entre estações de alimentação, usando menos passadas e caminhando a uma maior velocidade.

4.10 GANHO DE PESO VIVO POR HECTARE

O ganho de peso vivo por área é o produto do ganho de peso por animal pelo número de animais por unidade de área (Campbell, 1961; Mott, 1983) e, portanto, ele reflete os resultados discutidos nos itens 4.7 e 4.9.

As médias de ganho de peso vivo por área observadas foram de 443,5; 525,5; 587,5 e 684 kg de PV.ha⁻¹, sendo que a diferença no ganho por área foi superior a 50% entre os tratamentos extremos, mas reduziu-se para 16% entre os tratamentos de 60 e 80 cm de altura de pastejo.

O relacionamento observado entre o ganho por hectare e as alturas de manejo foi melhor definido por uma equação linear positiva com os ganhos sendo crescentes até a maior altura de pastejo estudada em função da lotação e do ganho de peso vivo médio diário terem apresentado o mesmo comportamento (Figura 17).

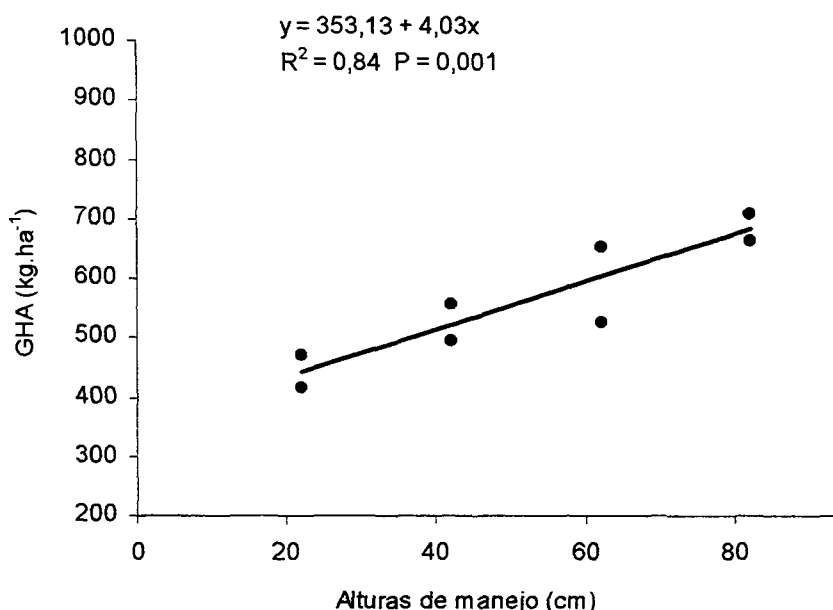


FIGURA 17 - Ganho de peso por hectare obtido em uma pastagem consorciada de Tanzânia com arachis, submetida a quatro alturas de manejo.

As médias obtidas foram semelhantes às aquelas relatadas na literatura para o Tanzânia durante a estação de crescimento, que se situa entre 300 e 600 kg.ha⁻¹ (Euclides *et al.*, 1999; Thiago *et al.*, 2000; Costa *et al.*, 2001; Costa *et al.*, 2002). Entretanto, neste trabalho o período de avaliação compreendeu apenas 131 dias de pastejo e o início da primavera, que corresponde a um período de efetivo crescimento para o Tanzânia, não foi considerado por corresponder ao período de adaptação dos animais à pastagem e de uniformização das alturas dos tratamentos.

Com relação a Região do Arenito Caiuá, região para a qual este trabalho foi proposto, as produções obtidas superam em até quase sete vezes à produção média da região, estimada em cerca de 100 kg.ha⁻¹.ano⁻¹ (Moraes *et al.*, 2002), evidenciando o potencial que pode ser atingido pela pecuária local com a adoção do sistema empregado neste trabalho.

5 CONCLUSÕES

Nas condições em que foi realizado este trabalho, os resultados permitem as seguintes conclusões:

A altura do dossel da pastagem mostrou-se uma importante ferramenta de manejo, com reflexos sobre a composição botânica, produção de forragem e produtividade animal.

A utilização de menores alturas de manejo permite uma maior frequência de ocorrência do arachis, entretanto, não resulta em uma expressiva participação deste componente na produção de forragem da pastagem consorciada, não justificando a utilização do arachis em consorciação com o Tanzânia.

A utilização de menores alturas de manejo na pastagem consorciada de Tanzânia e arachis, notadamente a altura de 20 cm, implica em aumento da frequência de ocorrência de espécies espontâneas e de área de solo descoberto, podendo provocar problemas relacionados com a estabilidade da consorciação, a sua produtividade e os custos de manutenção.

O aumento na altura de manejo proporciona maior disponibilidade total de matéria seca, disponibilidade de lâminas, taxa de acúmulo de forragem e oferta total de forragem.

Aumentos na altura de manejo implicam em aumentos proporcionais no ganho médio diário, na lotação e no ganho animal por área, com os maiores níveis de produção ocorrendo na altura de pastejo de 80 cm.

Os níveis de produção obtidos permitem indicar a pastagem de Tanzânia estabelecida em um sistema de integração lavoura-pecuária, bem como o manejo da pastagem sob pastejo contínuo pelo controle da altura da pastagem, como uma alternativa de grande potencial para elevar a produtividade das pastagens degradadas da Região do Arenito Caiuá.

7 REFERÊNCIAS

- ADJEI, M.B.; MISLEVI, P.; WARD, C.Y. Response of tropical grasses to stocking rate. *Agronomy Journal*, **72**, Madison. 1980. p.688-863.
- ALDEN, W.G.; WHITTAKER, I.A. McD. The determinants of herbage intake by grazing sheep: The interrelationship of factors influencing herbage intake and availability. *Australian Journal of Agricultural Research*, **21**, Victoria. 1970. p.755-766
- ALLISON, C.D. Factors affecting forage intake by range ruminants: A review. *Journal of Range Managements*, **38**, Denver. 1985.p.305-311.
- ALMEIDA, E.X. de. **Oferta de forragem de Capim Elefante Anão (*Pennisetum purpureum* Schum. Cv. Mott), dinâmica da pastagem e sua relação com o rendimento animal no alto do Vale do Itajaí, Santa Catarina**. Porto Alegre, 1997. 112f. Tese (Doutorado em Zootecnia). Curso de Pós-Graduação em Zootecnia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1997.
- ALVES, S.J. Espécies forrageiras recomendadas para o Paraná: amendoim forrageiro. In: MONTEIRO, A. L. *et al.* (eds) **Forragicultura no Paraná**, Comissão Paranaense de Avaliação de Forrageiras, Londrina, 1996. p.250-254.
- ARIAS, J.E.; DOUGHERTY, C.T.; BRADLEY, N.W.; CORNELIUS, P.L.; LAURIAULT, L.M. Structure of tall fescue swards and intake of grazing cattle. *Agronomy Journal*, **v.82**. 1990. p.545-548
- ARNOLD, G.W. Grazing behavior. In: MORLEY, F. H. W. (ed.) **Grazing Animals**. Amsterdam, Elsevier Scientific. Cap. 5, p. 79-101. 1981.
- AVILA, M.A. URRIOLOA, D. Efecto de la carga animal sobre la persistência de la *Brachiaria dyctioneura* 6133 asociada com dos leguminosas tropicales. **Ciência Agropecuária – Instituto de Investigacion Agropecuária de Panamá**, N° 9, 1998. p. 127-136.
- BARBOSA, M.A.A. de F; DAMASCENO, J.C; CECATO, U.; SAKAGUTI, E.S. Dinâmica do aparecimento, expansão e senescência de folhas em diferentes cultivares de *Panicum maximum* jacq. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. **Anais...**, **38**, Viçosa. 2000. CD-ROM
- BARCELOS, A. de O.; COSTA, N. de I.; PIZARRO, E. **Avaliação sob pastejo em pequenas parcela de *Arachis pintoí* consorciado com *Paspalum atratum* em solo de várzea**. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. **Anais....**, **33**, Fortaleza, 1996. p.218-220.
- BAUMONT, R.; PRACHE, S.; MEURET, M.; MORAND-FEHR, P. How forage characteristics influence behaviour and intake in small ruminants: a review. *Livestock Production Science*, **n.64**. 2000. p.15-28
- BERETTA, L.G.R; KANNO, T.; MACEDO, M.C.; SANTOS JUNIOR, J.D.G.; CORREA, M. R. Morfogênese foliar e taxas de crescimento de pastagem de *Panicum maximum* cv. Tanzânia-1 em solo dos cerrados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. **Anais...**, **36**, Porto Alegre.1999. CD-ROM.

BLACK, J.L.; KENNEY, P. A. Factors affecting diet selection by sheep. II - Height and density of pasture. **Australian Journal of Agricultural Research**, n.35. 1984. p.565-78

BLASER, R.E.; JHN, E.; HAMMES Jr., R.C. Evaluation of forage and animal research. In: VAN KEUREN, R. W. (ed). **System Analysis in Forage Crop Production and Utilization**. Madison: Crop Science Society of America, 1974. p.1-26.

BLASER, R.E.; HAMMES Jr., R.C.; FONTENOT, J.P.; BRYANT, H.T.; POLAN, C.E.; WOLF, D.D.; McCLAUGHERTY, F. S.; KLINE, R. G.; MOORE, J. S. **Forage-Animal Management Systems**. Virginia, Agricultural Experiment Station. (Bulletin 87-7), 1986.

BRANCIO, P.A.; NASCIMENTO JUNIOR, D.do; EUCLIDES, V.P.B.; REGAZZI, A.J.; ALMEIDA, R.G. de; FONSECA, D.M. da. Avaliação de três cultivares de *Panicum maximum* Jacq. sob pastejo 1 – Disponibilidade de forragem, altura e profundidade pastejada. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. **Anais...**, 37, Viçosa. 2000a. CD-ROM.

BRANCIO, P.A; EUCLIDES, V.P.B; NASCIMENTO JUNIOR, D.'do; REGAZZI, A.J.; ALMEIDA, R.G. de; FONSECA, D.M. da. Avaliação de três cultivares de *Panicum maximum* Jacq. Sob pastejo 2 – Proporções de folha, talo e material morto da pastagem e seletividade em pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. **Anais...**, 37, Viçosa. 2000b. CD-ROM.

BRANCIO, P.A.; NASCIMENTO JUNIOR, D. do; EUCLIDES, V.P.B.; REGAZZI, A.J.; ALMEIDA, R.G. de; FONSECA, D.M. da. Avaliação de três cultivares de *Panicum maximum* Jacq. sob pastejo 3 – Tempo de pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. **Anais...**, 37, Viçosa. 2000c. CD-ROM.

BRANCIO, P.A.; EUCLIDES, V.P.B.; NASCIMENTO JUNIOR, D. do; REGAZZI, A.J.; ALMEIDA, R.G. de; FONSECA, D.M. da. Avaliação de três cultivares de *Panicum maximum* Jacq. sob pastejo 4 – Taxa de bocado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. **Anais...**, 37, Viçosa. 2000d. CD-ROM.

BRANCIO, P.A.; EUCLIDES, V.P.B.; NASCIMENTO JUNIOR, D. do; REGAZZI, A.J.; ALMEIDA, R.G. de; FONSECA, D.M. da. Avaliação de três cultivares de *Panicum maximum* Jacq. sob pastejo 5 – Tamanho de bocado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. **Anais...**, 37, Viçosa. 2000e. CD-ROM.

BRANCIO, P.A.; EUCLIDES, V.P.B.; NASCIMENTO JUNIOR, D. do; REGAZZI, A.J.; ALMEIDA, R.G. de; FONSECA, D.M. da. Avaliação de três cultivares de *Panicum maximum* Jacq. sob pastejo 6 – Estimativa de consumo pelo método do comportamento animal. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. **Anais...**, 37, Viçosa. 2000f. CD-ROM.

BRISKE, D.D.; HEITSCHMIDT, R.K. An ecological perspective. In: HEITSCHMIDT, R.K., STUTH, J.W. **Grazing Management: An Ecological Perspective**. Oregon: Timber Press, 1991. p.11-26.

BRISKE, D.D. Developmental morphology and physiology of grasses. In: HODGONS, J.; ILLIUS, A.W. (Eds.). **The Ecology and Management of Grazing Systems**. Wallingford: CAB International, 1996. p.86-106.

BRONDANI, L.F.; BUBLITZ, U.; MELLA S.C. **Recuperação Intensiva das Pastagens do Arenito Caiuá.REIPAR**. Manual técnico. Curitiba, EMATER -PR. 32p. 1991.

- BRYAN, W.W.; EVANS, T.R. A comparison of beef production from nitrogen fertilized pangola grass and from a pangola grass-legume pasture. **Tropical grassland**, v.5, n.2, Sta. Lucia, 1971. p.89-98.
- BRYANT, H.T.; BLASER, R.E.; HAMMES Jr., R.C.; FONTENOT, J.P. Symposium on pasture methods for maximum production in beef cattle: effect of grazing management on animal and area output. **Journal of Animal Science**, 30, Champaign. p.153-60. 1970.
- BURLINGSON, A. J.; HODGSON, J.; ILLIUS, A. W. Sward canopy structure and bite dimensions and bite weight of grazing sheep. **Grass and Forage Science**, v.46. p. 29-38. 1991.
- BUTTLER, J. L.; BRISKE, D. D. Population structure and tiller demography of the bunch-grass *Schizachyrium scoparium* in response to herbivory. *Oikos*, 51, 1988. p.306-312.
- CAMPBELL, A. G. A theoretical basis for grazing management. **Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production**, 21, 1961. p.18-32..
- CAMPBELL, A. G. Grazed pastures parameters I. Pasture Dry-matter Production and Availability in a Stocking Rate and Grazing Management Experiment With Dairy Cows. **Journal of Agriculture Science**, 67, Cambridge, 1966. p.211-16.
- CANTARUTTI, R. B.; BODDEY, R. M. Transferência de nitrogênio das leguminosas para as gramíneas. In: GOMIDE, J. A. (ed.). SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO. Anais... Viçosa, MG, 1997. p.431-45.
- CARRÈRE, P.; LOUAULT, F.; CARVALHO, P. C. de F.; LAFARGE, M.; SOUSSANA, J. F. How does the vertical and horizontal structure of a perennial ryegrass and white clover sward influence grazing? **Grass and Forage Science**, 56, 2001. p.118-130.
- CARVALHO, P. C. de F.; RIBEIRO FILHO, H. M. N.; POLI, CÉSAR, H. E. C.; MORAES, A. de; DELAGARDE, R. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. In: MATOS, W. R. S. *et. al.* (Eds) **A produção animal Na visão dos brasileiros**, Sociedade Brasileira de Zootecnia, Piracicaba: FEALQ, 2001. p.853-871.
- CARVALHO, P. C. de F. A estrutura da pastagem e o comportamento ingestivo de ruminantes em pastejo. In: JOBIN, C. C.; SABTOS, G. T.; CECATO, U. (Eds.). SIMPÓSIO SOBRE AVALIAÇÃO DE PASTAGENS COM ANIMAIS, 1997, Maringá. **Anais...** Maringá, UEM, 1997, p.25-52
- CAZCARRA, R. F.; PETIT, M.; D'HOOR, P. The effect of sward height on grazing behaviour and herbage intake of three sizes of Charolais cattle grazing cocksfoot (*Dactylis glomerata*) swards. **Animal Science**, v6, 1995. p 511-18.
- CECATO, U.; BARBOSA, M.A.A.F.; SAKAGUTI, E. S.; DAMASCENO, J.C.; SUZUKI, E.; MEURER, F. Avaliação de cultivares de *Panicum maximum* Jacq.. In: XXXVIII REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. **Anais...**, 38, Fortaleza. 1996. CD-ROM.
- CHACON, E.; STOBBS, T. H. Influence of progressive defoliation of a grass sward on the eating behavior of cattle. **Aust. J. Agric. Res.** v.17. 1976. p.709-27.
- CHACON, E. A.; STOBBS, T. H.; DALE, M. B. Influence of sward characteristics on grazing behavior and growth of Hereford steers grazing tropical grass pastures. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 29. 1978. p.89-102.

- CHAPMAN, D. F.; LAMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: International Grassland Congress. **Proceedings...**, 17, Palmerston North. 1993. p.95-104.
- CIAT - Centro Internacional de Agricultura Tropical. **Annual report, Tropical Pastures Program 1987-1991**. Cali, Colômbia. V. 2, p. 1-95. 1991.
- CIAT - CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. **Pastures for the tropical lowlands: CIAT's Contribution**. Cali, Colômbia. 238p. 1992.
- CIPAGAUTA, M.; VELASQUEZ, J.; PULIDO, J. I. Milk production in three pastures of the Amazon piemont of Caqueta, Colômbia. **Pasturas Tropicales**, 20:3, 1998. p.2-10.
- CLEMENTS, R.J. Rates of destruction of growing points of pasture legumes by grazing cattle. In: International Grassland Congress. **Proceedings...** 1989. p.1027-1028.
- COOK, B. G.; WILLIAMS, R. J.; WILSON, G. P. M. *Arachis pinto* Krap. Et Greg. Nom. Nud (pinto peanut) cv. Amarillo. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, 30:3, 1990. p.445-446.
- CORRÊA, A. R. Forrageiras: aptidão climática do Estado do Paraná. In: CPAF – **Forragicultura no Paraná**. Londrina: CPAF, 1996. p. 75-92.
- CORSI, M. Produção e qualidade de forragens tropicais. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Campinas, 1990. p.69-83.
- CORSI, M. Manejo do capim elefante som pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM. **Anais...**, 10, Piracicaba, FEALQ, 1992. p.143-167.
- COSGROVE, G. P. Grazing behaviour and forage intake. In: GOMIDE, J. A. (Ed.). SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO. **Anais...** Viçosa, MG, 1997. p. 59-80.
- COSTA, J. M. V.; GARDNER, A. L. **Sistema Botanal 2 – Manual do usuário**. Brasília, EMBRAPA-DMQ. 21p. 1984.
- COSTA, N. de L.; TOWNSEND, C. R.; MAGALHÃES, J. A.; PEREIRA, R. G. **Avaliação agrônômica sob pastejo de *Panicum maximum* cv. Tanzânia em Rondônia**. Embrapa-CPAF Rondônia, CT/197, 2001. 4p.
- COSTA, N. de L.; TOWNSEND, C. R.; MAGALHÃES, J. A. PEREIRA, R. G. de A. Manejo de pastagens de Capim-Tanzânia-1 na amazônia ocidental. Disponível em <http://www.ruralnews.com.br/agricultura/forrageiras/tanzania.htm>. Acesso em dezembro de 2002.
- CURLL, M. L.; WILKINS, R. L.; SNAYDON, R. W.; SHANMUGALIGAM, V. S. The effects of stocking rate and nitrogen fertilizer on a perennial ryegrass-white clover sward. 1. Sward and sheep performance. **Grass and Forage Science**, 40, Oxford, 1985. p.129-140.
- CURLL, M. L.; JONES, R. M. The plant-animal interface and legume persistence - An Australian perspective. In: MARTEN, G. C. *et al.* (eds.) **Persistence of Forage Legumes**. America Society of Agronomy, 1989. p.339-359.
- DAVIDSON, R. L. Root System: the forgotten component of pastures. In: WILSON, J. R. (ed). **PLANT RELATIONS IN PASTURES**. Melbourne: CSIRO, 1978. p.86-94.
- DEMMENT, M. W.; LACA, E. A. The grazing ruminant: models and experimental techniques to relate sward structure and intake. In: WORLD CONFERENCE ON ANIMAL PRODUCTION. EDMOND. **Proceedings...**, 7, Canada, 1993. p.439-460.

DOUGHERTY, C.T. *et al.* Allowance-intake relations of cattle grazing vegetative tall fescue. **Grass and Forage Science**, v.47, n.3, Oxford, 1992. p.211-219.

EDWARDS, G. R.; PARSONS, A. J.; PENNING, P. D.; NEWMAN, J. A. Relationship between vegetation state and bite dimensions of sheep grazing contrasting plant species and its implications for intake rate and diet selection. **Grassland Forage Science**, v.50, 1995. p.378-388.

EMBRAPA - CNPGC. Capim-Massai (*Panicum maximum* CV. Massai): Alternativa para diversificação de pastagens. Embrapa Gado de Corte, **Comunicado Técnico Nº 69**. 10p. 2001.

EUCLIDES, V. P. B.; ZIMMER, A. H.; VIEIRA, J. M. Equilíbrio na utilização de forragens em pastejo. In: FAVORETO, V. & RODRIGUES, L. R. de A. (Eds.). **ECOSSISTEMA DE PASTAGENS**. Jaboticabal, FUNEP. 1989. p. 271-313.

EUCLIDES, V.P.B., MACEDO, M.C.M., VIEIRA, A, OLIVEIRA, M.P. Evaluation of *Panicum maximum* cultivars under grazing. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17, 1993. Rockhampton. **Proceedings...** Palmerston North: New Zealand Grassland Association, 1993. p.1999-2000.

EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; ZIMMER, A. H.; OLIVEIRA, M. P. Valores nutritivos de cinco gramíneas sob pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. **Anais...**, 33, v.2. Fortaleza. 1996. p.89-92.

EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; OLIVEIRA, M. P. de. Avaliação de cultivares de *Panicum maximum* em pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. **Anais...**, 36, Porto Alegre. 1999. CD-ROM.

EUCLIDES, V. P. Produção intensiva de carne bovina em pasto. In: II SIMCORTE - SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE: O ENCONTRO DO BOI VERDE AMARELO. Viçosa MG, 14 a 17 de junho de 2001. Disponível em <http://www.cnpqc.embrapa.br/~val/boiverdeamarelo/simcorte2.html>. Acesso em novembro de 2002.

EUCLIDES, V.P.B. **Alternativas para intensificação da produção de carne bovina em pastagem**. Campo Grande: Embrapa gado de corte. 65p. 2000.

EUCLIDES, V. P. B. e EUCLIDES FILHO, K. Uso de animais na avaliação de forrageiras. Embrapa – Gado de Corte. Disponível em <http://www.cnpqc.embrapa.br/publicacoes/doc/doc74/index.html>, Acesso em dezembro de 2002.

FAVERDIN, P., R. BAUMONT and K.L. ING-VARTSEN: Control and prediction of feed intake in ruminants. In: JOURNET, M.; GRENET, E.; FARCE, M.-H.; THERIEZ, M.; DEMARQUILLY, C.(Eds.): INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF NUTRITION - Recent Developments in the Nutrition of Herbivores. **Proc...**, 4, 1995. p.95-120.

FISHER, M. J.; CRUZ, P. Some ecophysiological aspects of *Arachis pinto*. In: KERRIDGE, P. C.; HARDY, B. (Eds). **Biology and agronomy of forage Arachis**. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1994. p.53-70.

FLORES, E. R.; LACA, E. A.; GRIGGS, T. C.; DEMMENT, M. W. Sward height and vertical morphological differentiation determine cattle bite dimensions. **Agronomy Journal**, v.85. 1993. p.527-32.

FORBES, J. M. Voluntary food intake and diet selection in farm animals. CAB International, Wallingford, UK. p.532. 1995.

- FRAME, J.; NEWBOULD, P. Agronomy of white clover. *Advances in Agronomy*. v.40. 1986. p.1-88.
- GENRO, T. C. M.; PRATES, E. R.; HERRERO, M.; THIAGO, L. R. L. de S.; XAVIER, G. F. Estimativas de consumo de bovinos em pastejo utilizando n-alcanos como indicadores em gramíneas tropicais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. *Anais...*, 36, Porto Alegre. 1999. CD-ROM.
- GIBB, M. J. Differences in the vertical distributions of plants material within swards continuously stocked with cattle. *Grass and Forage Science*, 46. 1991. p.339-342.
- GIBB, M. J.; HUCKLE, C. A.; NUTHALL, R.; ROOK, A. J. The effect of physiological state (lactating or dry) and sward surface height on grazing behaviour and intake by dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science*, 63, 1999. p. 269-287.
- GONG, Y.; HODGSON, J. LAMBERT, M. G; GORDON, I. L.. Short term ingestive behaviour of sheep and goats grazing grasses and legumes 1- Comparison of bite weight, bite rate and bite dimensions for forages at two stages of maturity. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 39, 1996. p.63-73.
- GONZALEZ, M. S.; VAN-HEURCK, L. M.; ROMERO, F.; PEZO, D. A.; ARGEL, P. J. Produccion de leche en pasturas de estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*) solo y asociado con *Arachis pintoi* o *Desmodium ovalifolium*. *Pasturas Tropicales*, 18:1, 1996. p.2-12.
- GORDON, I. J.; LASCANO, C. Foraging strategies of ruminant livestock on intensively managed grassland: Potential and constraints. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS. *Proceedings...*, 17, Palmerton North, 1993. p.681-690.
- GREENHALGH, J.F.D.; REID, G. W.; AITKEN, J. N.; FLORENCE, E. The effects of grazing intensity on herbage consumption and animal production 1. Short-term effects in strip-grazed dairy cows. *Journal of Agricultural Science*, 67, Cambridge, 1966. p.13-23.
- GRISE, M. M. Avaliação animal e da pastagem de aveia preta (*Avena strigosa* SCHEREB.) consorciada à ervilha forrageira (*Pisium arvense* L.) em diferentes alturas na região do Arenito Caiuá. Maringá, 2000. 72f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Estadual de Maringá.
- HACKER, J.B.; MINSON, D.J. The digestibility of plant parts. *Herbage abstracts*, v.51, n.9, Bucks, 1981. p.459-482.
- HARRIS, W. Defoliation as determinant of the growth, persistence and composition of pasture. In: Wilson, J. R. (ed.). *Plant relations in Pastures*. Melbourne, CSIRO, 1978. p. 67-85.
- HART, R.H.; HOVELAND, C.S. Objectives of grazing trials. In: MARTEN, G.C. (Ed.). *Grazing research: design, methodology, and analysis*. Madison-CSSA, Special Publication n.16, 1989. p.1-5.
- HAY, M. J. M.; JONES, R. M.; ORR, D. M. Plant population dynamics in grasslands. In: t Mannerje, L.; Jones, R. M. (eds.) *Field and Laboratory Methods for Grassland and Animal Production Research*. CAB International, 2000. p.123-150.
- HEITSCHMIDT, R.K.; TAYLOR JUNIOR, C.A. Livestock production. In: HEITSCHMIDT, R.K.; STUTH, J.W. (Eds.). *Grazing management: an ecological perspective*. Portland: Timber Press, 1991. Cap.7, p.161-177.

- HAYDOCK, K. P.; SHAW, N. H. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, Melbourne, v.15, 1975. p.663-670.
- HAYNES, R. J. Competitive aspects of the grass-legume association. **Advances in Agronomy**, v.33, Academy Press. 1980. p.277-259.
- HERNANDEZ, M.; ARGEL, P. J. IBRAHIM, M. A. t'MANNETJE, L. Pasture production, diet selection and liveweight gains of cattle grazing *Brachiaria* with and without *Arachis pinto* at two stocking rates in the Atlantic zone of Costa Rica. **Tropical Grasslands**, 29:3, 1995. p.134-141.
- HODGSON, J.; RODRIGUES CAPRILES, J. M.; FENION, J. S. The influence of sward characteristics on the herbage intake of grazing calves. **Journal of Agricultural Science** 89, Cambridge, 1977. p.743-750.
- HODGSON, J. The control of herbage intake in the grazing ruminant. **Proceedings of the Nutrition Society**, v.44, 1985. p.339-46.
- HODGSON, J. **Grazing Management - Science into Practice**. Longman Handbooks in Agriculture. London, UK. 1990. 203p.
- HODGSON, J.; FORBES, T. D. A.; ARMSTRONG, R. H.; BEATTIE, M. M.; HUNTER, E. A. Comparative studies of the ingestive behaviour and herbage intake of sheep and cattle grazing indigenous hill plant communities. **Journal of Applied Ecology**, v. 28, 1991. p.205-227.
- HODGSON, J., CLARK, D. A. MITCHELL, R. J. Foraging behaviour in grazing animals and its impact on plant communities. In: FAHEY et al. (eds). *Forage Quality, Evaluation and Utilization*. American Society of Agronomy, Cap. 19, 1994. p.796-827.
- HODGSON, J. Sustainability of grazing systems: Goals, concepts and methods. In: MORAES, A. de; NABINGER, C.; CARVALHO, P. C. de F.; ALVES, S.; LUSTOSA, S. B. C.(eds) **GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY**. ANAIS DO SIMPÓSIO INTERNACIONAL, Curitiba, Brasil, 1999. p.10-22
- HODGSON, J.; BROOKES, I.M. Nutrition of grazing animals. In: WHITE, J.; HODGSON, J. (eds) **New Zealand Pasture and Crop Science**. New York: Oxford University, 1999. p.117-132.
- HOLECHEK, J. L.; PIEPER, R. D.; HERBEL, C. H. **Range management, principles and practices**. New Jersey: Prentice-Hall, Inc, 1989. p.264-316.
- HOLMES, C. W. Pastures for dairy cows. In: NICOL, A. M. (ed.). **Feeding livestock on pasture**. Hamilton New Zealand Society of Animal Production, 1987. p.133-143.
- HUILLIER, p. j. L'; POPPI, D. P.; FRASER, T. J. Influence of structure and composition of ryegrass and prairie grass-white clover swards on the grazed horizon and diet harvested by sheep. **Grass and Forage Science**, v.41, Oxford, 1986. p.259-267.
- HUMPHREYS, L. R. **The Evolving Science of Grassland Improvement**. Cambridge University Press. 261p. 1997.
- HUMPREYS, L. R. **Tropical Pasture Utilization**. Cambridge University Press, 206p. 1991.
- IBRAHIM, M. A.; t'MANNETJE, L. Compatibility, persistence and productivity of grass-legume mixtures in the humid tropics of Costa Rica. 1. Dry matter yield, nitrogen yield and botanical composition. **Tropical Grasslands**, 32:2, 1998. p.96-104.

- JONES, R. J. The effect of frequency and severity of cutting on yield and persistence of *Desmodium intortum* cv. Greenleaf in a subtropical environment. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, 13, Melbourne, 1973. p.171-177.
- JONES, R. M.; HARGREAVES, J. N. G. Improvements to the dry-weight-rank method for measuring botanical composition. **Grass and Forage Science**, v.34, Oxford. 1979. p.181-189.
- JONES, C. A. Defoliation. In: JONES, C. A. (ed) **C4 grasses and cereals: growth, development, and stress response**. New York: John Wiley, 1985. p.179-189.
- KIM, T. H.; NA, K. W.; JUNG, W. J. Effects of daily allowance on sward structure, herbage intake and milk production by dairy cows grazing a pure perennial ryegrass sward. **Asian Australasian Journal of Animal Science**. 14:1, 2001. p.1383-88.
- KISSMANN, K. G. **Plantas infestantes e nocivas** – Tomo I. 2° ed. São Bernardo do Campo: BASF S. A. 824p. 1997.
- KLINGMAN, D. L.; MILES, S. R.; MOTT, G. O. The cage method for determining consumption and yield of pasture herbage. **J. Am. Soc. Agron.**, 35:9, Geneva, N.Y., 1943. 739-46.
- KORTE, C. J.; WATKIN, B. R.; HARRIS, W. Use of residual leaf area index and light interception as criteria for spring grazing management of a ryegrass-dominant pasture. **New Zealand Journal of Agriculture Research**, 25. 1982. p.309-319.
- KORTE, C. J.; CHU, A. C. P.; FIELD, T. R. O. Pasture production. In: NICOL, A. M. (Ed.) **Feeding Livestock Pasture**. New Zealand, Hamilton, 1987. Cap. 1, p. 7-20.
- KRISTENSEN, E. S. Influence of defoliation regime on herbage production and characteristics of intake by dairy cow as affected by grazing intensity. **Grass and Forage Science**, 43, 1988. p.239-251.
- LACA, E. A.; DEMMENT, M. W. Herbivory: the dilemma of foraging in a spatially heterogeneous food environment. In: PALO, R. T.; ROBBINS, C. T. (eds). **Plant Defenses Against Mammalian Herbivory**. CRC, Boca Raton, 1991. p.29-44.
- LACA, E. A.; UNGAR, E. D.; SELIGMAN, N. G.; DEMMENT, M. W. Effects of sward height and bulk density on bite dimensions of cattle grazing homogenous swards. **Grass and Forage Science**, v.47, 1992. p.91-102.
- LACA, A. L.; DISTEL, R. A.; GRIGGS, T. C.; DEMMENT, M. W. Effects of canopy structure on patch depression by grazers. **Ecology** 75(3), 1994. p.706-16.
- LACA, E. A.; LEMAIRE, G. Measuring sward structure In: 't Mannetje, L.; Jones, R. M. (eds.) **Field and Laboratory Methods for Grassland and Animal Production Research**. CAB International, 2000. p.103-122
- LAREDO, M. A.; MINSON, D. J. The voluntary intake, digestibility and retention time by sheep of leaf and stem fractions of five grasses. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.24, p. 875-88. 1973.
- LASCANO, C. E. Nutritive value and animal production of forage *Arachis*. In: KERRIDGE, P. C.; HARDY, B. (Eds). **Biology and agronomy of forage Arachis**, Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1994. p. 109-121.
- LASCANO, C. E. Selective grazing on grass-legume mixtures in tropical pastures. In: MORAES, A.de et al. **Simpósio Internacional Grazing Ecophysiology and Grazing Ecology. Anais...**, Curitiba: UFPR, 1999. p.151-164.

- LEMAIRE, G. The physiology of grass growth under grazing: tissue turnover. In: GOMIDE, J. A. (Ed.). SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO. *Anais...* Viçosa, MG, 1987. p. 117-144.
- LEMAIRE, G. Leaf tissue turn-over and efficiency of herbage utilization. In: MORAES, A. de; NABINGER, C.; CARVALHO, P. C. de F.; ALVES, S.; LUSTOSA, S. B. C. (Eds). GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY. *Anais do Simpósio Internacional*, Curitiba, Brasil, 1999. p.165-186.
- LIMA, M. L. P. et al. Estimativa do consumo voluntário do Capim-Tanzânia (*Panicum maximum*, Jacq. cv. Tanzânia) por vacas em lactação sob pastejo rotacionado. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 30:6, 2001. p.1919-1924.
- MANNETJE, L. t'; JONES, R. J.; STOBBS, T. H. Pasture evaluation by grazing experiments. In: SHAW, N. H.; BRYAN, W. N. (eds.) *Tropical Pasture Research*. Farnham Royal, Commonwealth Agriculture Bureaux, 1976. Cap. 9. p.194-234.
- MANNETJE, L. t'; JONES, R. M. Grassland vegetation and its measurement. In: 't Mannelje, L.; Jones, R. M. (eds.) *Field and Laboratory Methods for Grassland and Animal Production Research*. CAB International, 2000. p.1-8
- MARASCHIN, G. E.; MELLA, S. C.; IRULEGUI, G. S.; RIBOLDI, J. Performance of a subtropical legume-grass pasture under different grazing management systems. In: SMITH, J. A.; HAYS, V. W. (eds.) INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS. *Proceedings...*, 14, Westview, Boulder, Col. 1983. p. 459-461.
- MARASCHIN, G. E. Sistemas de pastejo: I. In: PEIXOTO, A. M; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. de (eds.). CONGRESSO BRASILEIRO DE PASTAGEM. *Anais...*, Piracicaba, SP. 1986. p. 261-290.
- MARASCHIN, G. E.; MOTT, G. O. Resposta de uma complexa mistura de pastagem tropical a diferentes sistemas de pastejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 24, Brasília, 1989. p.221-227.
- MARASCHIN, G. E. Avaliação de forrageiras e rendimento de pastagens com o animal em pastejo. In: Cecato, U.; Santos, G. T. dos S.; Prado (eds.) SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE FORRAGICULTURA - REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. Maringá. 1994. *Anais...*, 31, Maringá. 1994. p.65-98.
- MARASCHIN, G. E.; JACQUES, A. V. A. Grassland opportunities in the subtropical region of South America. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS. *Proceedings...*, 17, New Zealand and Australia. 1993. p.1977-1981.
- MARASCHIN, G.E. Oportunidade do uso de leguminosas em sistemas intensivos de produção animal a pasto. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 14, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba, 1997. p.139-160.
- MARTINICHEN, D. Efeito da estrutura do Capim Mombaça sobre a produção de vacas leiteiras. Curitiba, 2003. 64f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal do Paraná.
- MATCHES, A. G.; MARTZ, F. A.; SLEPER, D. A.; KRYLOWATY, M. T. Selecting levels of herbage allowance to compare forages for animal performance. In: WHELLER, J. L.; MOCHRIE, R. D. (eds.) *Forage Evaluation: Concepts and Techniques*. CSIRO, Melbourne, 1991. 9.331-339.
- MATCHES, A. G. Plant response to grazing: A review. *Journal of Prod. Agric.*, 5. 1992. p.1-7.

- MATTHEW, C.; ASSUERO, S. G.; BLACK, C. K.; HAMILTON, N. R. S. Tiller dynamics of grazed swards. In: MORAES, A. de; NABINGER, C.; CARVALHO, P. C. de F.; ALVES, S.; LUSTOSA, S. B. C. (Eds). **GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY. Anais do Simpósio Internacional**, Curitiba, Brasil, 1999. p.109-33.
- MAYNE, C. S.; WRIGHT, I.A.; FISHER, G.E.J. Grassland management under grazing and animal response. In: HOPKINS, A. (Ed.) **Grass Production & Utilization**. British Grassland Society, Blackwell Science, 2000. p.247-291.
- MELLA, S. C. Resposta a uma mistura de gramínea e leguminosas subtropicais a diferentes sistemas de pastejo. Porto Alegre, Faculdade de Agronomia, UFRGS. 166f. (Dissertação de Mestrado em Agronomia, Fitotecnia). 1980.
- MINSON, D. J. Forage quality: assessing the plant-animal complex. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, **Proceedings....**, 14, Lexington, USA. Westview Press. 1983. p.23-27.
- MINSON, D. J. **Forages and Ruminant Nutrition**. Academic Press, Inc., San Diego, CA. 483p. 1990.
- MORAES, A. **Pressões de pastejo e produção animal em milheto (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke)**. Porto Alegre, 1984, 104f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Zootecnia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia.
- MORAES, A.; MOOJEN, E.L.; MARASCHIN, G.E.. Comparação de métodos de estimativas de taxas de crescimento em uma pastagem submetida a diferentes pressões de pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Campinas, 1990. **Anais...** FEALQ, 1990. p.332.
- MORAES, A. **Produtividade animal e dinâmica de uma pastagem de pangola (*Digitaria decumbens* Stent), azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) e trevo branco (*Trifolium repens* L.), submetida a diferentes pressões de pastejo**. Porto Alegre, 1991, 200f. Tese (Doutorado em Agronomia - Zootecnia) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia.
- MORAES, A. Manejo de pastagem. In: MONTEIRO, A. L. *et al.* (Eds). **Forragicultura no Paraná**. Comissão Paranaense de Avaliação de Forrageiras, Londrina, 1996. p.109-122.
- MORAES, A.; ALVES, S. J. Integração Lavoura-Pecuária. In: CURSO DE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE PASTAGENS. Módulo VIII, CPAF, Maringá, 1998. p.1-20.
- MORAES, A. de; PELISSARI, A.; ALVES, S. J.; CARVALHO, P. C. de F.; CASSOL, L. C. Integração lavoura-pecuária no sul do Brasil. In: MELLO, N. A.; ASSMAN, T. S. (Eds.). I Encontro de Integração Lavoura Pecuária no Sul do Brasil. **Anais...** Pato Branco: CEFET-PR, 2002. p.3-42
- MORLEY, F. H. W. Animal production studies on grassland. In: MANNETJE, L.T'. (Ed.) **Measurement of grassland vegetation and animal production**. Hurley: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1978. p.103-162.
- MOTT, G. O. Grazing pressure and the measurement of pasture production. In: International Grassland Congress. **Proceedings....**, 8, 1960. p.606-611.
- MOTT, G. O.; LUCAS, H. L. The design, conduct and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, **Proceedings....**, 6, Lincoln, Nebraska, 1952. Center for Continuing Education. P.1-10.

- MOTT, G. O. Potential productivity of temperate and tropical grassland systems. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS. **Proceedings...**, 14, Boulder, Westview Press, 1983. p.35-41.
- MOTT, G.O., MOORE, J.E. Evaluating forage production. In: HEATH, M.E.; BARNES, R.F.; METCALFE, D.S. (Eds.). **Forages**. 4.ed. Ames: Iowa State University, 1985. Cap.45, p.422-429.
- NABINGER, C. Princípios da exploração intensiva de pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM. **Anais...**, 13, Piracicaba - FEALQ, 1997. p.15-95.
- NASCIMENTO, M. S. C. B; NASCIMENTO, T. S. do; ARAÚJO NETO, R. B. Produtividade e percentuais de caule e folha de seis gramíneas forrageiras. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. **Anais...**, 36, Porto Alegre, 1999. CD-ROM.
- NOLLER, C. H. Nutritional requirements of grazing animals. In: GOMIDE, J. A. (Ed.). SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO. **Anais...**, Viçosa, 1987. p.145-172.
- OLIVEIRA, E. de *et al.* **Recuperação de pastagens no Noroeste do Paraná: Bases para o plantio direto e integração lavoura e pecuária**. Londrina, IAPAR. 96p. 2000.
- PARSONS, A. J.; JOHNSON, I. R.; HARVEY, A. Use of a model to optimize the interaction between frequency and severity of intermittent defoliation and to provide a fundamental comparison of the continuous and intermittent defoliation grass. **Grass and Forage Science**, 43, 1988. p.49-59.
- PARSONS, A. J. Exploiting resources capture – grassland. In: MONTEITH J. L; SCOTT, R. K.; UNSWORTH, M. H. (Eds.). **Resource Capture in Crops**, Nottingham University Press, 1994. p.315-322.
- PARSONS, A. J. *et al.* A mechanistic model of some physical determinants of intake rate and diet selection in a two-species temperate grassland sward. **Functional Ecology**, v.8, 1994b. p.187-204.
- PENNING, P. D. *et al.* Intake and behaviour responses by sheep to changes in sward characteristics under continuous stocking. **Grass and Forage Science**, v.46, n.1, Oxford, 1991. p.15-28.
- PENNING, P. D.; PARSONS, A. J.; ORR, R. J.; HOOPER, G. E. Intake and behaviour responses by sheep to changes in sward characteristics under rotational grazing. **Grass and Forage Science**, v.49, 1994. p.476-86.
- PEREIRA, J. M. Produção e persistência de leguminosas em pastagens tropicais. In: II SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS. **Anais...** Universidade Federal de Lavras, Departamento de Zootecnia. LAVRAS – MG. 2001.
- PEREIRA, J.M. Utilização do consumo e a composição da dieta na avaliação de pastagens. In: XXVIII REUNIÃO ANUAL SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. Seminário de avaliação de pastagens. João Pessoa, 1991, p.68.
- PEZO, D. A.; IBRAHIM, M. *Arachis pintoii*/grass mixtures: an alternative for sustainable land use in livestock systems. **Nutrition Animal Tropical**, 5:1, 1999. p.3-30.
- PINTO, J. C.; GOMIDE, J. A.; MAESTRI, M. Produção de matéria seca e relação folha:caule de gramíneas forrageiras tropicais, cultivadas em vasos, com duas doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.23, n.3, 1994. p.327-332.

- RAO, I. M.; BORRERO, V.; RICAURTE, J.; GARCIA, R. Adaptive attributes of tropical forage species to acid soils. V. Differences in phosphorus acquisition from less available inorganic and organic sources of phosphate. **Journal of Plant Nutrition**, 22:7, 1999. p.1175-1196.
- RÊGO, F. C. A. et al. Densidade de perfilhos aéreos e basais em Capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq cv Tanzânia) sob diferentes alturas da pastagem. In: JOBIM, C. C.; CANTO, M. W. do; CECATO, U. (Eds). 1 Encontro sobre pesquisas em plantas forrageiras e pastagens do Paraná. **Anais...**, Maringá: UEM: CPAF, 1999. p. 13-14.
- REID, J.T. et al. What is forage quality from the animal standpoint? **Agronomy Journal**, v.65, Madison, 1973. p.213-216.
- RICHARDS, J. H.; CALDWELL, M. M. Soluble carbohydrates, concurrent photosynthesis and efficiency in regrowth following defoliations. A field study with *Agropyron* species. **Journal of Applied Ecology**. Oxford, v.22, n.3. 1985. p.907-920.
- RICHARDS, J. H. Physiology of plants recovering from defoliation. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS. **Proceedings...**, 17, 1993. p.85-94.
- RINCON, C., A.; CUESTA, M., P. A.; PÉREZ, B., R.; LASCANO, C. E. E.; FERGUSON, J. 1992. Mani Forrajero Perene (*Arachis pintoi* Krapovickas Gregory): **Una alternativa para ganadores y agricultores**. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Boletín técnico ICA. N.219, 23p. 1992.
- ROBERTS, C. R. Some problems of establishment and management of legume-based tropical pastures. **Tropical Grasslands**, 8(1), 1974. p.61-67.
- ROBERTS, C. R. Effects of stocking rate on tropical pastures. **Tropical Grasslands**, 14, Brisbane, 1980. p.225-231.
- RODRIGUES, L. R. de A.; MOTT, G. D.; VEIGA, J. B. da. Perfilhamento e características morfológicas do capim elefante anão sob pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.21, n.11. 1986. p.1209-1218.
- RODRIGUES, L. R. A.; RODRIGUES, T. J. D. Ecofisiologia de plantas forrageiras. In: CASTRO, P. R. FERREIRA, S. P.; YAMADA, T. (Eds.). **Ecofisiologia da produção Agrícola**. Piracicaba: POTAFÓS. 1987. p. 203-230.
- ROGUET, C. PRACHE, S.; PETIT, M. Feeding station behaviour of ewes in response to forage availability and sward phenological stage. **Applied Animal Behaviour Science**, 56. 1998. p. 187-201.
- RUGGIERI, A. C.; RODRIGUES, L. R. A.; PACOLA, L. J.; FIGUEIREDO, L. A. de; RAZOOK, A. G.; MALHEIROS, E. B. Avaliação dos capins Colômbio, Tanzânia-1 e Marandu sob pastejo durante o período de estação de monta. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. **Anais...**, 34, Juiz de Fora, 1997. CD-ROM.
- SANTANA, J. R.; PEREIRA, J. M.; MORENO, M. A.; SPAIN, J. M. Efeito do pastejo sobre a persistência e produtividade da consorciação *Brachiaria humidicola* + *Desmodium ovalifolium* CIAT 350. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. **Anais...**, 24, Brasília, 1987. p. 242.
- SANTANA, J. R.; PEREIRA, J. M.; REZENDE, C. de P. Avaliação da consorciação de *Brachiaria dictyoneura* stapf com *Arachis pintoi* krapov & Gregory sob pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. **Anais...**, 35, Botucatu, 1998. CD-ROM.

- SANTOS, M. S.; CORSI, M.; BALSANOBRE, M. A. A. Efeito da frequência de pastejo e da época do ano sobre a produção e a qualidade em *Panicum maximum* cvs. Tanzânia e Mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.2, p.244-249, 1999.
- SCHNYDER, H.; SCHÄUFELE, R.; VISSER, R. de; NELSON, C. J. An integrated view of C and N uses in leaf growth zones of defoliated grasses. In: MORAES, A. de; NABINGER, C.; CARVALHO, P. C. de F.; ALVES, S.; LUSTOSA, S. B. C.(Eds.) **GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY. Anais do Simpósio Internacional**, Curitiba, Brasil, 1999. p.75-94.
- SCHULTE, R. P. O.; LANTINGA, E. A. Mechanistic simulation of the vertical structure of mixed swards. **Ecological Modelling**, 149. 2002. p. 229-46.
- SEAB-DERAL (Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento-Departamento de Economia Rural). **Composição do rebanho bovino por município: núcleos regionais**, Curitiba, 1997.
- SIMÃO NETO, M. Sistemas de pastejo: II. In: PEIXOTO, A. M; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. de (Eds.). **Anais do Congresso Brasileiro de Pastagens**. Piracicaba, SP. 1986. p. 291-307.
- SMITH, D. The nonstructural carbohydrates. In: BUTTLER, G. W.; BAYLEY, R. W. (Eds) **Chemistry and biochemistry of herbage**. New York: Academic Press, v.1. 1973. p.106-155.
- SOARES FILHO, C.V.; MELLA, S.C.; MARUN, F., Reforma de Pastagens. In: MONTEIRO, A. L. *et al.* (Eds). **Forragicultura no Paraná**. Comissão Paranaense de Avaliação de Forrageiras, Londrina, 1996. p.123-139.
- SOLLENBERGER, L. E.; BURNS, J. C. Canopy characteristics, ingestive behaviour and herbage intake in cultivated tropical grasslands. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS. **Proceedings...**, 19, São Pedro, 2001. p.321-327.
- SOUZA, A. G de; SOARES FILHO, C. V.; MELLA, S. C.. Espécies forrageiras recomendadas para o Paraná: Colônia. In: MONTEIRO, A. L. *et al.* (Eds). **Forragicultura no Paraná**. Comissão Paranaense de Avaliação de Forrageiras, Londrina, 1996. p.196-205.
- SPAIN, J. M. O uso de leguminosas herbáceas nas pastagens tropicais. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C. de; FARIA, V. P. de (Eds.). **Plantas Forrageiras de Pastagens**. Piracicaba: FEALQ, Série atualização em zootecnia, 13. 1995. p.275-299.
- STOBBS, T. H. Automatic measurement of grazing time by dairy cows on tropical grass and legume pasture. **Tropical Grassland**. v.4., p. 237-44. 1970.
- STOBBS, T. H. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. I. Variation in the bite size of grazing cattle. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.24. 1973a. p. 809-19.
- STOBBS, T. H. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. II Differences in sward structure, nutritive value, and bite size of animals grazing *Setaria anceps* and *Chloris gayana* at various stages of growth. **Australian Journal of Agriculture Research**, 24, Victoria, 1973b, p.821-829.
- STOBBS, T. H. Components of grazing behavior of dairy cows on some tropical and temperate pastures. **Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.** v.10, p. 299-302. 1974.
- STOBBS, T. H. Factors limiting the nutritional value of grazed tropical pastures for beef and milk production. **Tropical Grassland**. v.9, 1975. p.141-50.

- STUTH, J. W. Foraging behavior. In: **Grazing management. An ecological perspective.** R. K. Heitschmidt and J. K. Stuth (Eds.), Timber Press, Portland, Oregon. P. 65-83. 1991.
- THIAGO, L. R. L. de S.; VALLE, L. da C. S.; SILVA, J. M. da; MACEDO, M. C. M.; JANK, L. Uso intensivo de pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, *Pennisetum purpureum* cv. Cameroon, e *Panicum maximum* cv. Mombaça visando a produção de carne. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DA ZOOTECNIA. **Anais...**, 37, Viçosa. 2000. CD-ROM.
- THORNTON, B.; MILLARD, P. BAUSENWEIN, U. Reserve formation and recycling of carbon and nitrogen during regrowth of defoliated plants. In: MORAES, A. de; NABINGER, C.; CARVALHO, P. C. de F.; ALVES, S.; LUSTOSA, S. B. C. (Eds.) **GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY.** **Anais do Simpósio Internacional,** Curitiba, Brasil, 1999. p.95-108.
- TOLLNER, E. W. Towards a physically-based model for predicting pasture damage due to animal treading. In: **FORAGE AND GRASSLAND CONFERENCE,** 1986, Georgia. **Proceedings...**, Georgia: AFGC, 1986. p.206-210.
- TOTHILL, J. C., HARGREAVES, J. N.; JONES, R. M. Botanal: A comprehensive sampling and computing method for estimating pasture yield and composition. In: Field sampling. Brisbane, CSIRO, Division of Tropical Crops and Pastures, **Tropical Agronomy,** Tropical Agronomy Technical Memorandum, n.8. 1978. 20p.
- VALENTIM, J. F.; MOREIRA, P. Vantagens e limitações dos capins Tanzânia-1 e Mombaça para a formação de pastagens no Acre. Embrapa, CPAF-Acre, **Comunicado Técnico 60,** 3p. 1994.
- VALENTIM, J. F. Avaliação do potencial forrageiro do *Arachis* spp. nas condições ambientais do Acre. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. 1997. **Anais...**, 34, Juiz de Fora, 1997. p.30-32.
- VALLE, C. B. do. Capim-Tanzânia-1. Disponível em <http://www.exitorural.com.br/artigos/tanzania.htm>. Acesso em Dezembro de 2002.
- VALLENTINE, J. F. **Grazing Management.** Academic Press Inc, San Diego, CA. 1990. 550p.
- VALLS, J. F. M.; SIMPSON, C. E. Taxonomy, natural distribution, and attributes of *Arachis*. In: KERRIDGE, P. C.; HARDY, B. (Eds.). **Biology and agronomy of forage Arachis,** Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1994. p.1-18.
- VIANA, M. C. M., PURCINO, H. M. A., MASCARENHAS, M. H. T. *et al.* Efeito do intervalo de corte na produção de forragem de *Arachis pintoi*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. Botucatu. **Anais...**, 35, Botucatu: 1998. p.623-625.
- VIEIRA, J.M.; KICHEL, A.N. Estabelecimento e recuperação de pastagens de *Panicum maximum*. In : PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C. de; FARIA, V.P.de. Simpósio sobre Manejo da Pastagem, 12, Piracicaba, 1995. **Anais...**, FEALQ : Piracicaba, 1995. p.147-196.
- VIKERY, M. J. The feeding value of temperate pastures. In: MORLEY, F. H. W. (Ed.) **Grazing Animals.** Amsterdam, Else-Vier Scientific. Cap. 4, p.55-72. 1981.
- WADE, M. H. Factors affecting the availability of vegetative *Lolium perenne* to grazing dairy cows with especial reference to sward characteristics. Stocking rate and grazing method. Lusignan. 1991. 68p. (Tese de Doutorado – Ciências Biológicas), L'Universite de Rennes, Section Sciences Biologiques, 1991.

WALKER, J.W. Viewpoint: Grazing management and research now and in the next millenium. **Journal Range Management**, Denver, v.48, n.4, 1995. p.350-357.

WATERS-BAYER, A.; BAYER, W. Development-oriented socioeconomic methods in grassland and animal production research. In: 't MANNETJE, L.; JONES, R. M. (Eds.) **Field and Laboratory Methods for Grassland and Animal Production Research**. CAB International, 2000. p.403-435.

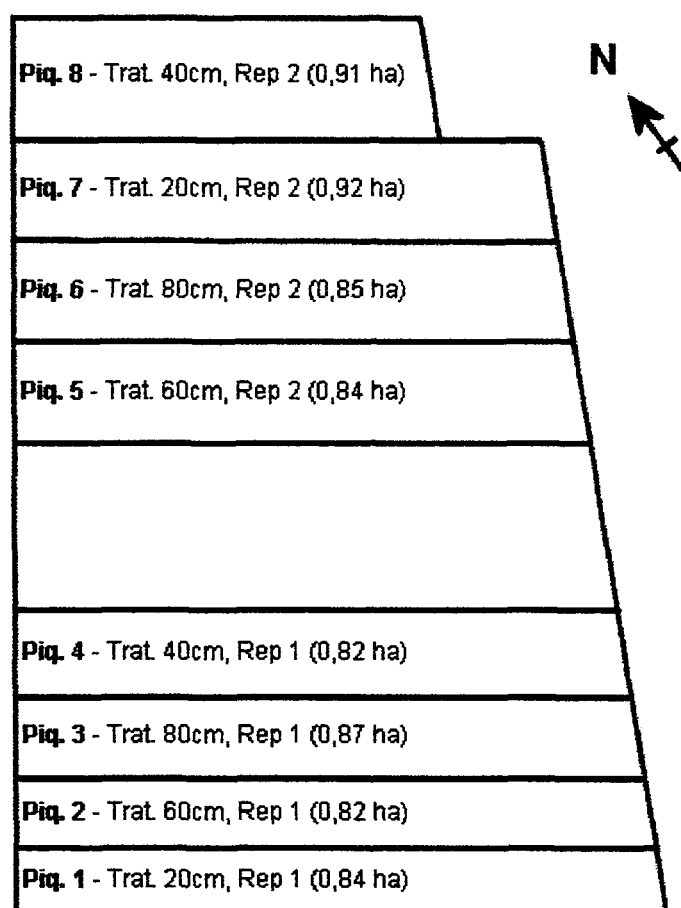
WENDLING, I. J.; CARNEIRO, J. da C.; VALENTIM, J. F.; FEITOSA, J. E. Efeito da altura e frequência de corte na produção de matéria seca de *Arachis pinto* (bra-031143) nas condições edafoclimáticas do Acre. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. **Anais...**, 36, Porto Alegre, 1999. CD-ROM.

WHALLEY, R. D. B.; HARDY, M. B. Measuring botanical composition of grasslands. In: 't Mannetje, L.; Jones, R. M. (eds.) **Field and Laboratory Methods for Grassland and Animal Production Research**. CAB International, 2000. p.67-102.

WHITE, L. M. Carbohydrate reserves of grasses: a review. **Journal of Range Management**, Denver, v.26, n.1. 1973. p.13-18.

ZOTARELLI L., *et al.* Limitação de nitrogênio da decomposição da matéria orgânica do solo de uma pastagem degradada de *Panicum maximum*. In: III SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS. Ouro Preto. 1997. **Anais...** Ouro preto. SINRAD. 1997.

7 ANEXOS



ANEXO 1 – Croqui da área experimental

ANEXO 2 - Percentagens medias de ocorrência Tanzânia, arachis, paspalum, outras gramíneas e folhas largas e percentagem de solo descoberto em uma pastagem consorciada de Tanzânia com arachis, submetida a quatro alturas de manejo.

Tratamentos (cm)	Tanzânia	Arachis	Paspalum	Outras gramíneas (%)	Folhas Largas	Solo Descoberto
20	100,0	100,0	20,0	15,7	68,8	4,1
40	100,0	97,3	10,8	6,9	53,8	4,4
60	100,0	84,3	4,2	2,2	33,8	3,7
80	100,0	61,4	0,0	1,8	8,8	1,9

ANEXO 3 - Massa de forragem disponível, massa de lâminas disponível, taxa diária de acúmulo de matéria seca e matéria seca total produzida em uma pastagem consorciada de Tanzânia com arachis, submetida a quatro alturas de manejo.

Alturas de pastejo (cm)	Massa de forragem* (kg de MS.ha ⁻¹)	Massa de lâminas** (kg de MS.ha ⁻¹)	Taxa de acúmulo de forragem* (kg de MS.ha ⁻¹ .dia ⁻¹)	Matéria seca total produzida (kg.ha ⁻¹)*
20	5551 ^d	2955 ^b	130,5 ^b	21115 ^c
40	7158 ^c	3316 ^b	143,5 ^b	24937 ^b
60	11939 ^b	4162 ^a	185,6 ^a	33978 ^a
80	14444 ^a	4547 ^a	193,2 ^a	35246 ^a
Probabilidade	p= 0,0008	p= 0,018	p= 0,004	p= 0,0008

Médias na mesma coluna seguidas por letras diferentes, diferem pelo teste de Tukey a 1% (*) e 5% (**)

ANEXO 4 - Percentagem de lâminas, colmos e material morto da massa de forragem de uma pastagem consorciada de Tanzânia com arachis, submetida a quatro alturas de manejo.

Altura de Pastejo (cm)	Lâminas* ----- (% da matéria seca disponível) -----	Colmos*	Material Morto*
20	53,2 ^a	22,4 ^a	24,4
40	46,4 ^b	24,7 ^{ab}	28,9
60	34,8 ^c	35,2 ^{bc}	30,0
80	31,4 ^c	40,4 ^c	28,2
Probabilidade	p= 0,018	p= 0,016	

* Médias na mesma coluna seguidas por letras diferentes, diferem pelo teste de Tukey a 5%

ANEXO 5 - Ganho médio diário (GMD), lotação, carga animal e ganho por hectare (GHA) obtidos em uma pastagem consorciada de Tanzânia com arachis, submetida a quatro alturas de manejo.

Alturas de Pastejo (cm)	GMD (g.an ⁻¹ .dia ⁻¹)**	Lotação (An-dia.ha ⁻¹)	Carga (kg PV.ha ⁻¹ .dia ⁻¹)	GHA (kg.ha ⁻¹)*
20	768 ^c	576,5	1759	443,5 ^c
40	904 ^b	580,5	1948	525,5 ^{bc}
60	974 ^{ab}	602,0	2010	587,5 ^b
80	1079 ^a	635,0	2091	684,0 ^a
Probabilidade	p= 0,015			p=: 0,010
Médias na mesma coluna seguidas por letras diferentes, diferem pelo teste de Tukey a 1% (*) e 5% (**)				

ANEXO 6 - Médias por avaliação e média geral da taxa de acúmulo de forragem e da massa de forragem instantânea observadas em uma pastagem consorciada de Tanzânia com arachis, submetida a quatro alturas de manejo.

Tratamentos (cm)	Sub períodos				Médias
	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	Ponderadas
Taxa de acúmulo de forragem (kg de MS.ha ⁻¹ .dia ⁻¹)					
20	87,2	156,8	144,1	120,1	130,5
40	80,1	190,3	157,2	124,1	143,5
60	150,3	200,7	237,9	132,9	185,6
80	210,4	207,0	232,8	104,2	193,2
Massa de forragem (kg de MS.ha ⁻¹)					
20	3779	4343	6934	7340	5551
40	5620	4895	8535	10238	7158
60	9260	9642	13694	15759	11939
80	9811	13834	16114	17965	14444

ANEXO 7 - Médias por avaliação e media geral das percentagens de Tanzânia, arachis, paspalum, outras gramíneas e folhas largas sobre a matéria seca de uma pastagem consorciada de Tanzânia com arachis, submetida a quatro alturas de manejo.

Tratamentos (cm)	Avaliações			Médias (%)
	1ª	2ª	3ª	
Tanzânia (%)				
20	95,5	97,5	98,5	97,2
40	96,5	98,5	97,5	97,5
60	99,5	100,0	100,0	99,8
80	100,0	100,0	100,0	100,0
Arachis (%)				
20	1,5	1,5	1,0	1,3
40	2,0	1,5	1,5	1,7
60	0,5	0,0	0,0	0,2
80	0,0	0,0	0,0	0,0
Paspalum (%)				
20	1,5	0,5	0,0	0,7
40	0,0	0,0	0,0	0,0
60	0,0	0,0	0,0	0,0
80	0,0	0,0	0,0	0,0
Outras Gramíneas (%)				
20	0,5	0,0	0,0	0,2
40	0,0	0,0	0,5	0,2
60	0,0	0,0	0,0	0,0
80	0,0	0,0	0,0	0,0
Folhas Largas (%)				
20	1,0	0,5	0,5	0,7
40	1,5	0,0	0,5	0,7
60	0,0	0,0	0,0	0,0
80	0,0	0,0	0,0	0,0

ANEXO 8 - Médias por avaliação e média geral das frequências de ocorrência (%) dos componentes Tanzânia, arachis, *P. notatum*, outras gramíneas, folhas largas e da área de solo descoberto em uma pastagem consorciada de Tanzânia com arachis, submetida a quatro alturas de manejo.

Tratamentos (cm)	Avaliações			Médias (%)
	1ª	2ª	3ª	
Tanzânia (%)				
20	100,0	100,0	100,0	100,0
40	100,0	100,0	100,0	100,0
60	100,0	100,0	100,0	100,0
80	100,0	100,0	100,0	100,0
Arachis (%)				
20	100,0	100,0	100,0	100,0
40	95,0	100,0	100,0	98,3
60	67,5	52,5	30,0	50,0
80	82,5	32,5	27,5	47,5
Paspalum (%)				
20	15,0	42,5	0,0	19,2
40	7,5	32,5	0,0	13,3
60	0,0	5,0	0,0	1,7
80	0,0	2,5	0,0	0,8
Outras Gramíneas (%)				
20	5,0	10,0	30,0	15,0
40	12,5	0,0	5,0	9,2
60	0,0	0,0	0,0	0,0
80	2,5	2,5	2,5	2,5
Folhas Largas (%)				
20	82,5	60,0	52,5	65,0
40	85,0	65,0	45,0	65,0
60	47,5	7,5	12,5	22,5
80	25,0	0,0	12,5	12,5
Área de Solo Descoberto (%)				
20	5,0	6,5	0,5	4,0
40	7,5	7,0	0,0	4,8
60	4,0	6,0	0,0	3,3
80	3,0	3,0	0,0	2,0